



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

DHNE MARIA PEREIRA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DOS USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS DA BACIA DO
RIO TRACUATEUA-PA E SUA ASSOCIAÇÃO COM AS FORMAS DE
USO E COBERTURA DO SOLO.**

**BELÉM-PA
2016**

DHNE MARIA PEREIRA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DOS USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS DA BACIA DO
RIO TRACUATEUA-PA E SUA ASSOCIAÇÃO COM AS FORMAS DE
USO E COBERTURA DO SOLO.**

Dissertação de Mestrado apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmica Socioambiental.

Orientadora: Prof. Dr^a Aline Maria Meiguins de Lima

Coorientação: Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha

Belém-PA
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Silva, Dhne Maria Pereira da, 1974-

Diagnóstico dos usos múltiplos das águas da bacia do rio Tracuateua-PA e sua associação com as formas de uso e cobertura do solo / Dhne Maria Pereira da Silva. – 2018

121 f. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientadora: Aline Maria Meiguins de Lima

Coorientador: Edson José Paulino da Rocha

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2017.

1. Abastecimento de água - Pará. 2. Solos - Manejo - Pará. 3. Água - Uso – Pará. I. Título.

CDD 22. ed.: 363.61098115

Elaborado por
Hélio Braga Martins
CRB-2/698

DHNE MARIA PEREIRA DA SILVA

**DIAGNÓSTICOS DOS USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO
TRACUATEA (PA) E SUA ASSOCIAÇÃO COM AS FORMAS DE USO E
COBERTURA DO SOLO**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Área em Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.


Data de aprovação: 17/ 03 / 2016


Banca Examinadora:

 Orientadora

Dra. Aline Maria Meiguins de Lima
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico
Úmido
Universidade Federal do Pará


Dr. Altem Nascimento Pontes
Doutor em Física
Universidade Estadual do Pará


Dr. Breno Cesar de Oliveira Imbiriba
Doutor em Física
Universidade Federal do Pará


Dr. Marcos Adami
Doutor em Sensoriamento Remoto
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, meu guia, refúgio e protetor, por me ajudar a concluir mais esta etapa de aprendizagem.

À minha mãe, meu exemplo de mulher guerreira, pelos ensinamentos e pelas orações pedindo proteção a mim.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Aline Meiguins, agradeço por ter aceitado me ajudar a desenvolver essa dissertação. Sem seu apoio, parceria, paciência, dedicação, suas características peculiares, eu não teria chegado à conclusão deste trabalho.

À Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, pela oportunidade de aprimoramento profissional e aquisição de novos conhecimentos.

À Secretaria Estadual de Educação do Pará pela licença para o aprimoramento profissional.

Aos Profs. Drs. Edson Matos e Norma Cristina que contribuíram para o início desta jornada.

Ao Prof. Dr. Edson Rocha, coordenador do Programa, pelo apoio à turma de 2014 e pelo fornecimento da bolsa de estudo no primeiro ano de mestrado.

Aos funcionários dos órgãos governamentais estaduais e municipais, à Mineração Santa Mônica, ao Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais, às Associações comunitárias, aos agricultores, criadores de animais e demais pessoas entrevistadas, que espontaneamente contribuíram com as informações relevantes para este trabalho.

À Claudiane Araújo, por estar durante quase os dois anos acompanhando minha mãe à noite, cuidando da minha casa e dos meus tantos peludinhos. Estar sempre disponível na minha ausência foi uma preocupação a menos para mim e muito importante para eu dar continuidade ao mestrado.

Ao Ronaldo Sousa (Roni mototaxista), que me acompanhou em todas as visitas na área rural. Sua popularidade e conhecimento da área contribuíram bastante para esta etapa da pesquisa.

Aos meus amigos, colegas e familiares que de alguma forma, mas não menos importante, contribuíram para a realização desse sonho: Elizam e Sharlene, Eliana Lúcia e Vera Rocha, Régia Simony, Suzyanne Salazar.

A todos, minha eterna gratidão.

RESUMO

Os diversos usos da água nas atividades econômicas têm provocado mudanças significativas na qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Atualmente, vários estudos e medidas têm sido utilizados pelos governos federal e estadual na tentativa de reduzir as transformações do ambiente natural provocados pela intensificação de atividades econômicas insustentáveis. A partir dessa premissa, o estudo da bacia do rio Tracuateua visou identificar as formas de usos da água e sua associação aos fatores de pressão antrópica com maior interferência nos recursos hídricos do município, e propor formas de manejo e gestão. Para atingir o objetivo executou-se: levantamento de dados primários, em campo, das características da bacia hidrográfica em estudo, e secundários, associados às informações cartográficas, de caracterização física e socioeconômica; entrevistas para avaliar a atuação da gestão municipal, das entidades representativas da sociedade civil e das de produtores rurais; aplicação de questionários à agricultores, criadores de animais e usuários residenciais; e avaliação de informações sobre projetos federais e estaduais de incentivo às práticas de conservação e recuperação de recursos naturais. Os dados foram associados às classes de uso e cobertura do solo da área de estudo, obtidas pelo projeto TerraClass. Os resultados obtidos mostraram que a região apresenta um perfil de usuário de água associado principalmente aos usos doméstico e agrícola, onde a ameaça sobre os recursos hídricos é decorrente principalmente da relação inadequada entre as formas de uso e ocupação do solo e de conservação da bacia, com vistas ao suprimento de água, além dos problemas relativos ao aspecto de saneamento básico para atendimento das demandas locais. Observa-se que a ausência de gestão municipal sobre os recursos hídricos e as formas inadequadas de ocupação e manejo do solo e da água têm contribuído para o comprometimento da disponibilidade de água, em quantidade e qualidade.

Palavras-chave: Recursos hídricos; manejo do solo; usuário de água.

ABSTRACT

The various uses of water in economic activities have caused significant changes in the quality and quantity of water resources. Currently, several studies and measures have been used by the federal and state governments in an attempt to reduce the changes of the natural environment caused by the intensification of unsustainable economic activities. From this premise, the study of the river basin Tracuateua aimed to identify the forms of water use and its association to human disturbance factors with greater interference on water resources of the municipality, and propose ways of management and management. To achieve the goal was executed: primary data collection in the field, the characteristics of the basin under study, and secondary, associated with map information, physical and socioeconomic characteristics; interviews to assess the performance of municipal management, representative civil society and of farmers; questionnaires to farmers, livestock farmers and residential users; and evaluation of information on federal and state projects for encouraging conservation practices and recovery of natural resources. Data were associated with the use of classes and soil cover of the study area, obtained by TerraClass project. The results showed that the region has a water user profile associated mainly to domestic uses and agriculture, where the threat to water resources is mainly due to the inadequate relationship between the forms of use and occupation of land and conservation of the basin, with a view to the water supply, in addition to problems related to aspect of sanitation to meet local demand. It is observed that the absence of municipal management of water resources and inadequate forms of occupation and management of land and water has contributed to the impairment of the availability of water in quantity and quality.

Key words: Water resources. Soil management. Water user.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1- Classes de enquadramento da água doce.....	18
Quadro 2- Principais formas de uso das águas.....	19
Quadro 3- Classes de uso e cobertura do solo na bacia do rio Tracuateua x usos das águas e impactos associados.	79
Quadro 4- Aspectos que caracterizam a demanda por água x aspectos que representam os limitantes de oferta de água.	87
Figura 1- Hierarquia fluvial conforme Strahler.....	22
Figura 2- Localização da área de estudo.	33
Figura 3- A bacia hidrográfica do rio Tracuateua	34
Figura 4- Características altimétricas da bacia.	35
Figura 5- Características morfométricas da bacia.	36
Figura 6- Localização da amostragem.....	45
Figura 7- Perfil da amostragem: (a) total dos entrevistados; (b) distribuição quanto ao sexo; (c) distribuição dos entrevistados por bairro; (d) faixa etária; (e) tempo de residência; (f) escolaridade.	46
Figura 8- Perfil da amostragem: percepção da responsabilidade sobre os problemas ambientais do município.	47
Figura 9- Percepção do quantitativo dos problemas ambientais: no município, na área urbana e na área rural.....	48
Figura 10- Percepção do quantitativo dos problemas ambientais: (a) no município; (b) na área urbana; (c) na área rural.....	49
Figura 11- Distribuição do desmatamento de 2001 a 2014 em Tracuateua.	50

Figura 12- Ocorrência de queimadas em Tracuateua.	52
Figura 13- Indicadores das condições de uso da água: (a) ocorrência de problemas de falta de água; (b) origem da água para consumo humano.	54
Figura 14- Aproveitamento de água a partir de poços mantidos pela Prefeitura na área rural: (a) Caixa d'água na comunidade do Caranã, 2 caixas de 5 mil litros cada, abastecem aproximadamente 100 casas da parte central da comunidade, profundidade de 19m; (b) Caixa d'água na Comunidade Ilha dos Pintos, sem estimativa do quantitativo de casas abastecidas, profundidade de 12m; (c) e (d) Caixa d'água na Comunidade de São Mateus, de 10 mil litros, abastece 22 casas, profundidade de 30m.	56
Figura 15- Aproveitamento de água a partir de poços mantidos pela Prefeitura na área urbana: (a) Caixa d'água no Bairro Nova Esperança, profundidade de 60m; (b) Caixa d'água da invasão do Hospital Municipal, profundidade de 62m; (c) Caixa d'água no Bairro Nova Esperança, profundidade de 55m; (d) Caixa d'água no Bairro Nova Esperança, três caixas de 20 mil litros cada, liberadas para os usuários duas vezes por dia, durante 40 minutos, profundidade de 30m.	56
Figura 16- Aproveitamento de água a partir de poços mantidos pela comunidade local: (a) Caixa d'água na Comunidade de Santa Maria. 15 mil litros, abastece aproximadamente 200 casas, profundidade de 14m; (b) Caixa d'água na Comunidade da Mangueira, abastece 14 residências, profundidade de 30m; (c) Caixa d'água na comunidade do Lago do Caranã (3 mil litros), abastece 12 casas, a bomba é ligada 3 vezes por dia, profundidade de 18m; (d) e (e) Caixas d'água na comunidade da Areia Branca, uma caixa de 5 mil litros e outra de 3 mil litros, abastecem aproximadamente 100 casas, profundidade de 24 metros cada um dos poços; (f) Caixa d'água na Rua Portelinha, 2 mil litros, abastece aproximadamente 24 casas, a bomba é ligada até 5 vezes por dia.	57
Figura 17- (a) Estado percebido da qualidade das águas pelos usuários residenciais e sua relação com a origem do fornecimento; (b) Formas de tratamento adotadas.	59
Figura 18- Indicadores percebidos no estado de qualidade das águas: (a) geral, no uso residencial; (b) apenas pelos usuários da COSANPA.	60

Figura 19- Indicadores percebidos no estado de qualidade das águas: (a) tipos de alterações qualitativas observadas; (b) associação entre a qualidade das águas e ocorrências de doenças vinculadas à água.	61
Figura 20- (a) Adoção de medidas de economia de água; (b) Percepção futura dos problemas associados aos recursos hídricos; (c) Principais impactos observados, com consequências (diretas e indiretas) nos recursos hídricos.....	62
Figura 21- (a) Percepção sobre o estado de conservação/degradação do rio Tracuateua pelos usuários residenciais; (b) Da responsabilidade sobre o grau de conservação da bacia hidrográfica; (c) Das causas da degradação	63
Figura 22- (a) Tipo de cultura; (b) Finalidade da agricultura; (c) Utilização da Técnica de Rotação de cultura; (d) Formas de manejo.	64
Figura 23- (a) Atuação com a agricultura orgânica; (b) Problemas com a ocorrência de pragas; (c) Cultura adotada	66
Figura 24- (a) Atuação junto à forma de agricultura consorciada; (b) Inserção em associações locais.	67
Figura 25- (a) Origem da água utilizada – consumo direto, na agricultura e criação de animais; (b) Adoção de medidas de economia de água	68
Figura 26- (a) Origem da água utilizada nas atividades agrícolas; (b) Formas de irrigação adotadas.	69
Figura 27- (a) Percepção de problemas quantitativos de água nos cursos d'água locais; (b) Preocupação ambiental considerando a atividade que desenvolve.....	70
Figura 28- Indicadores associados à criação de animais: (a) quantidade de animais; (b) ocorrência de nascentes; (c) fontes de água para dessedentação de animais.	71
Figura 29- (a) e (b) Açudes formados com a retirada da argila adotados como tanques para criação de peixes; (c) Pesca convencional em igarapé; (d) e (e) Rio do Cocal – pesca de Traira; (f) e (g) viveiros para criação de peixes – tambaqui; (h) tanques em área de campos naturais.	73

Figura 30- Atividade de mineração no município: (a) Olaria na comunidade de Santa Maria; (b) lenha para uso nas fornadas, e uma chaminé em construção	76
Figura 31- Carta de uso e cobertura do solo, segundo o projeto TerraClass 2012, na bacia do rio Tracuateua	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Parâmetros ambientais de qualidade da água doce.	18
Tabela 2- Características morfométricas de bacias hidrográficas.	25
Tabela 3- Parâmetros Meteorológicos de Tracuateua-PA (1995-2014).....	38
Tabela 4- Perfil do abastecimento de água em domicílios particulares de Tracuateua.	55
Tabela 5- Produção agrícola em Tracuateua.	67
Tabela 6- Distribuição das classes de uso e cobertura do solo, segundo o projeto TerraClass 2012, na bacia do rio Tracuateua.	77

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Usos múltiplos das águas	17
2.2	Bacia Hidrográfica	20
2.2.1	Conceitos	20
2.2.2	Componentes físicos.....	22
2.2.3	Componentes bióticos.....	23
2.2.4	Caracterização morfométrica.....	25
2.2.5	Processos de intervenção antrópica.....	26
2.2.6	Infiltração e capacidade de armazenamento no solo.....	27
2.2.7	Escoamento superficial.....	27
2.3	Formas de uso do solo	28
2.3.1	Bacias urbanas.....	28
2.3.2	Bacias rurais.....	29
2.4	Manejo de bacias hidrográficas	30
2.4.1	Recuperação, revitalização e restauração.....	30
2.4.2	Floresta ripária e áreas de nascentes.....	31
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
4	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1	Materiais	40

4.2	Métodos.....	40
4.2.1	Diagnóstico dos usos múltiplos das águas.....	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1	Perfil da área de estudo.....	45
5.2	Avaliação dos usos múltiplos das águas.....	53
5.2.1	Abastecimento de água para consumo humano.....	53
5.2.2	Consumo de água na agricultura e criação de animais.....	64
5.2.3	Consumo de água no setor produtivo.....	75
5.3	Uso e cobertura do solo da bacia x usos múltiplos das águas.....	76
5.4	Avaliação da sustentabilidade hídrica: demanda, oferta e impactos.....	85
6	CONCLUSÕES.....	98
	REFERÊNCIAS.....	100
	ANEXO.....	110
	ANEXO A - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS.....	111

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A água é um elemento de relevância social, econômica e ambiental, sendo necessário, portanto, o planejamento e a gestão dos recursos hídricos para minimizar os impactos do uso e manejo do solo, que tem como consequências negativas a má conservação do solo e da qualidade da água, erosão, e as perdas econômicas, sociais e ambientais.

Neste contexto, a água pode ser utilizada de diversas maneiras e para diversos fins: abastecimento doméstico, dessedentação de animais, conservação ambiental, agricultura (irrigação), produção de alimentos, indústria, geração de energia elétrica através das hidrelétricas e navegação (ANA, 2006, p. 32), entre outros usos.

Para garantir o bom uso dos recursos hídricos foi criada a Lei n. 9.433 de 1997, conhecida como Lei das Águas, que estabelece a gestão destes recursos, devendo proporcionar os usos múltiplos da água em bacias hidrográficas brasileiras e, em caso de escassez de água, o consumo humano e a dessedentação de animais são considerados prioritários.

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), há evidências de que atualmente cerca de 54% da água doce acessível contida em rios, lagos e aquíferos esteja sendo utilizada pela sociedade. Em termos globais, 69% dessa água destina-se à irrigação das lavouras, 23% é usada pela indústria e 8% destina-se aos diversos usos domésticos (ANA, 2012, p. 29).

Para assegurar o uso sustentável dos recursos naturais é necessário minimizar os impactos causados pelo uso inadequado do solo, por meio da reflexão sobre a importância da proteção dos recursos hídricos e da realização de atividades educativas e conscientizadoras que proporcionem melhor a gestão sobre as bacias hidrográficas (CARVALHO et al., 2012).

A bacia hidrográfica é para Teodoro et al. (2007) como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores topográficos, onde as águas das chuvas, escoam superficialmente formando os riachos e rios ou infiltram no solo contribuindo para os cursos d'água subterrâneos. Balbinot et al. (2008) apontam que as bacias hidrográficas são vulneráveis às alterações da vegetação impulsionadas pelos processos de crescimento populacional e desenvolvimento econômico. Esta vulnerabilidade compromete a disponibilidade de recursos naturais, inclusive em reservas extrativistas localizadas nas bacias hidrográficas.

Um dos aspectos que contribui para a alteração das bacias hidrográficas é o desflorestamento. Sobre isto, Rocha (2010) argumenta que práticas como o desflorestamento, o uso inadequado da terra e dos recursos hídricos, têm contribuído negativamente para as alterações no regime hidrológico dos rios.

Sendo assim, faz-se necessário formas de manejo do solo, uma vez que isto exerce grande influência na dinâmica da água, desde que haja a proteção da vegetação viva e da vegetação morta (liteira). A retirada desta vegetação, ao final do período de rotação de culturas, pode modificar o regime hídrico, as condições de vida da fauna, flora, dos microrganismos do solo e da qualidade da água (BALBINOT et al., 2008).

Diante destas questões que apontam para os usos múltiplos da água e sua gestão, apresentamos o município de Tracuateua-PA, localizado na Região Bragantina, nordeste paraense. Os usos múltiplos da água evidenciados a partir deste estudo, se aplicam ao consumo humano, uso doméstico e público, nas atividades agrícolas e pecuaristas, mineração e lazer. É importante ressaltar que, os mananciais da área urbana são também utilizados como destinação final e diluentes do esgoto urbano.

Assim, a pesquisa pretende apresentar os usos múltiplos da água e sua associação com as formas de uso e cobertura do solo na área da bacia do rio Tracuateua. A partir dos resultados evidenciados, são indicadas medidas e ações que podem contribuir para uma gestão compartilhada e sustentável dos recursos naturais do município, com foco no manejo adequado da água e do solo nas atividades econômicas desenvolvidas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar as formas de usos das águas da bacia do rio Tracuateua e sua associação com as tipologias de uso e cobertura do solo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os usos múltiplos das águas na sede municipal de Tracuateua-PA e área rural de entorno contida na bacia do rio Tracuateua;
- Avaliar as formas de pressão antrópica de maior interferência nos recursos hídricos;
- Propor medidas de manejo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Usos múltiplos das águas

No Brasil, os potenciais de água doce são extremamente favoráveis aos diversos usos aplicados. No entanto, este recurso natural renovável tem sido drasticamente afetado em várias regiões do país (BRASIL, 2006, p. 19), sendo importante destacar que tanto a qualidade da água quanto a sua quantidade e regularidade de fornecimento são fatores determinantes para a saúde da sociedade (Ibid, p. 23), para a manutenção das atividades econômicas e equilíbrio dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

Embora as sociedades humanas dependam da água para a sobrevivência e para o desenvolvimento econômico, seus diversos estão gradativamente consumindo mais e poluindo as águas superficiais e subterrâneas. Como consequência, a disponibilidade da água de boa qualidade vem diminuindo e causando problemas não sem todo o planeta (ANA, 2006, p. 24).

As projeções futuras anteveem cenários cada vez mais preocupantes em relação ao recurso água, e as recomendações apontam para a necessidade premente da gestão racional e compartilhada dos recursos hídricos, planejando e controlando seu uso e sua conservação por meio da implementação de um sistema de gestão de recursos hídricos (CONEJO, 1993).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº. 357/2005, define a classificação das águas do território nacional com os seguintes objetivos: assegurar seus usos preponderantes; definir o grau de exigência para tratamento de efluentes; facilitar o enquadramento qualitativo e o planejamento do uso de recursos hídricos, criando instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas; e preservar a saúde humana e o equilíbrio ecológico aquático.

Para garantir estas finalidades, as águas foram categorizadas em três grandes grupos: doces, salobras e salinas. As águas doces, usualmente empregadas para o consumo humano, são as que apresentam salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (parte por mil) e são subdivididas em classes. Estas classificações são amparadas pelo CONAMA, sendo para as águas superficiais a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e para as águas subterrâneas a Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008, que garantem o bom uso.

Para o controle da poluição das águas dos rios e reservatórios utilizam-se os padrões de qualidade que definem os limites de concentração a que cada substância, presente na água, deve obedecer. Estes padrões e parâmetros físico-químicos e bacteriológicos para a água doce são definidos no Quadro 1 e Tabela 1:

Quadro 1- Classes de enquadramento da água doce.

Classe Especial
<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; - Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação e proteção integral.
Classe 1
<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; - Proteção das comunidades aquáticas; - Recreação de contato primário: natação, esqui aquático e mergulho. (Resolução CONAMA 274/2000); - Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas, sem remoção de película; - Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2
<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; - Proteção das comunidades aquáticas; - Recreação de contato primário: natação, mergulho, balneabilidade (Resolução CONAMA 274); - Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, espaços abertos com os quais o público possa ter contato direto; - Aquicultura e pesca.
Classe 3
<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; - Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; - Pesca amadora e recreação de contato secundário; - Dessedentação de animais.
Classe 4
<ul style="list-style-type: none"> - Navegação; - Harmonia paisagística.

Fonte: (CONAMA, 2005; BRASIL, 2005).

Tabela 1- Parâmetros ambientais de qualidade da água doce.

Parâmetros	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Oxigênio dissolvido	mg/l O ₂	≥ 6,0	≥ 5,0	≥ 4,0	> 2,0
Coliformes fecais	nmp/100ml	200	1.000	4.000	-
pH	-	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9
DB0520	mg/l O ₂	≤ 3,0	≤ 5,0	≤ 10,0	-
Nitrogênio amoniacal	mg/l N	3,7 (pH < 7,5) 2,0 (7,5 < pH < 8) 1,0 (8 < pH < 8,5) 0,5 (pH > 8,5)	Idem Classe 1	13,3 (pH < 7,5) 5,5 (7,5 < pH < 8) 2,2 (8 < pH < 8,5) 1,0 (pH > 8)	-
Fósforo Total	mg/l F	Lêntico 0,02 Interm. 0,025 Lótico 0,1	Lêntico 0,03 Interm. 0,05 Lótico 0,1	Lêntico 0,05 Interm. 0,075 Lótico 0,15	-
Turbidez	UNT	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-
Sólidos Totais	mg/l	500	500	500	-
Cádmio	mg/l Cd	0,001	0,001	0,01	-
Chumbo	mg/l Pb	0,01	0,01	0,033	-
Cobre	mg/l Cu	0,009	0,009	0,013	-
Cromo Total	mg/l Cr	0,5	0,05	0,05	-
Mercúrio	µg/l Hg	0,2	0,2	2,0	-
Níquel	mg/l Ni	0,025	0,025	0,025	-
Zinco	mg/l Zn	0,18	0,18	5,0	-

Na classe Especial deverão ser mantidos as condições naturais do corpo de água.

Fonte: (CONAMA, 2005; BRASIL, 2005).

Conforme expõem o quadro e a tabela, as formas de utilização da água, ao contrário do que ocorre com a maioria de outros recursos naturais que desaparecem com seu uso, produzem modificações sensíveis em seus aspectos qualiquantitativos. Os usos múltiplos d'água nas atividades rurais e urbanas alteram as condições naturais dos rios em foco, principalmente quando se dispõe sobre a sua dinâmica fluvial, com consequências de causa e efeito (NASCIMENTO, 2011).

Os usos da água são divididos em categorias: uso consuntivo e não consuntivo (Quadro 2). O uso consuntivo é quando há consumo efetivo da água, reduzindo o volume de água dos rios, lagos e de águas subterrâneas; por exemplo, o abastecimento urbano, a irrigação e os processos industriais. O uso não consuntivo é quando há utilização da água sem consumo direto durante o processo; por exemplo, na recreação, geração de energia e assimilação de esgotos (CAMPOS et al., 2002).

Quadro 2- Principais formas de uso das águas.

Utilização	Uso consuntivo	Uso não consuntivo
Doméstica	Bebida, alimentação, higiene, limpeza, rega de jardins e hortas.	
Pública	Irrigação de jardins, limpeza, combate ao incêndio, manutenção de fontes e chafarizes, represas.	Lazer.
Ecológica		Conservação da fauna e flora.
Agricultura	Irrigação, beneficiamento.	
Pecuária	Dessedentação de animais e na manutenção de pastagens.	
Industrial	No processo de produção, limpeza, refrigeração e nos refeitórios e banheiros oferecidos aos funcionários.	
Comércio	Na limpeza geral e nos diversos usos em restaurantes, supermercados, postos de gasolina, lava-jato, hospitais, armazéns, consultórios odontológicos, entre outros.	
Energética		Hidroeletricidade, refrigeração e produção matriz.
Navegação		Transporte de pessoas e de cargas.
Lazer e turismo	Paisagismo, turismo.	Desporte e lazer.
Diluição/destino final	Diluição, transporte de resíduos e recuperação de corpos d'água.	

Fonte: Adaptado de ANA (2012).

Nota-se, a partir do Quadro 2, que há multiplicidade de formas de usos. No entanto, em alguns casos, é necessário adotar parâmetros de qualidade. Neste sentido, Conejo (1993) corrobora com esta afirmativa quando indica que os diferentes usos da água requerem diferentes níveis de qualidade, o que determina se a água poderá ou não ser utilizada para determinado uso. Como os rios e lagos têm a capacidade de diluir poluentes e se auto depurar,

torna-se possível utilizar essa capacidade, com ou sem interferência, nos usos que se possa fazer dessa água em função dos requisitos exigidos para o uso.

Para o consumo humano, principalmente o uso das águas de distribuição pública, deve estar de acordo com os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde, com determinação na Portaria nº 518/2004: não deve conter cheiro, gosto e nem cor, de modo a não provocar repugnância no consumidor e muito menos danos a sua saúde. Dito isto, a água precisa de tratamento variável de acordo com o grau de contaminação de cada ambiente ou manancial (OLIVEIRA et al., 2015).

Barcellos et al. (2006) demonstram que populações dependentes de fontes alternativas, como poços ou que vivem em áreas rurais, estão mais expostas a contaminações, impurezas e doenças. Pelo que aponta o autor, percebe-se o não esforços por parte das autoridades em criar nas áreas rurais condições sanitárias adequadas, como pode ser visto nas grandes áreas urbanas. Como se não bastasse, prevalece o desconhecimento dessas populações sobre a falta de qualidade sanitária da água que consomem. Impera, ainda, o mito que as águas subterrâneas e sub-superficiais são sempre potáveis e não oferecem riscos à saúde.

2.2 Bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica é o resultado da ação do ciclo d'água. A partir da entrada e saída de água em seu estado líquido e gasoso (evapotranspiração), por meio da precipitação e escoamento superficial, respectivamente, até seu exutório¹. Logo, a caracterização de seus componentes físicos é de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico (SANTOS et al., 2012).

2.2.1 Conceitos

Entre as conceituações de alguns autores sobre a bacia hidrográfica, Freire e Omena (2005, p. 16) descrevem-na como uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos. Ao recolher a água precipitada, age como um reservatório de água e de sedimentos, sendo formada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, onde toda vazão efluente é descarregada em uma seção fluvial única, denominada seção exutória ou exutório.

¹ Ponto de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial gerado no interior da bacia hidrográfica banhada por este curso. "exutório", in Dicionário Livre de Geociências, <https://www.dicionario.pro.br/index.php/Exut%C3%B3rio> [consultado em 05-11-2016].

Ainda nesta discussão acerca de conceituação, Santana (2003, p. 6) cita que o termo bacia hidrográfica pode ser entendida como uma compartimentação geográfica natural, delimitada por divisores de água, drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes. É denominada também de bacia de captação quando se tem a visão de que, atua como coletora de águas pluviais ou bacia de drenagem, quando a visão é de atuar como uma área que está sendo drenada pelos cursos d'água (Ibid, p. 28).

As bacias hidrográficas variam muito de tamanho e, por esta razão, os estudos que visam o planejamento e a gestão deste recurso adotam diferentes áreas de abrangência, resultantes de subdivisões da unidade principal. Aparece como derivações os termos sub-bacia e microbacia. Por certo, a bacia hidrográfica refere-se à área de drenagem do rio principal, a sub-bacia abrange a área de drenagem de um tributário do rio principal e a microbacia abrange a área de drenagem de um tributário de um tributário do rio principal (MACHADO; TORRES, 2012, p. 42).

Esta classificação possibilita o entendimento da dinâmica global do sistema hidrográfico e a identificação das unidades que o compõem. Segundo Santana (2003, p. 32), as bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor.

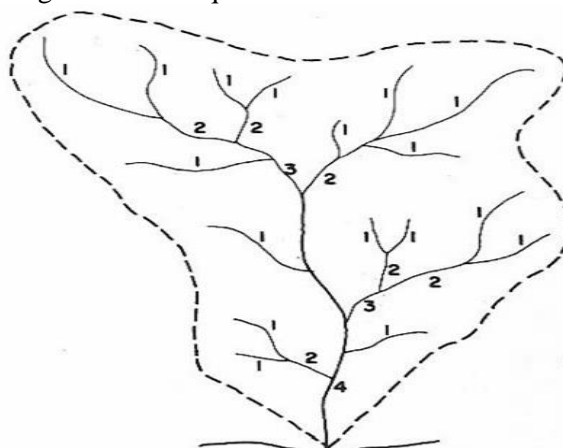
Do ponto de vista hidrológico as bacias refletem a variabilidade da precipitação pluviométrica, às diferenças de uso do solo, às alterações na quantidade e qualidade da água de deflúvio (LIMA; ZAKIA, 2000; ATTANASIO, 2004, p. 16). As variações de volume e intensidade do fluxo d'água permitem classificar os cursos d'água em:

- **Perenes:** são rios que contêm água todo o tempo, ou seja, durante o ano inteiro, sendo alimentados pelo escoamento superficial e subsuperficial.
- **Intermitentes ou Temporários:** são os rios formados pela água da estação chuvosa. No período de estiagem estes rios desaparecem temporariamente, porque o lençol freático se torna mais baixo que o nível do canal, cessando sua alimentação.
- **Efêmeros:** são rios que se formam apenas por ocasião das chuvas, sendo alimentados exclusivamente pela água do escoamento superficial, pois estão acima do lençol freático (LIMA, 2008, p. 46; ANA, 2014, p. 28).

Um ponto que chama atenção é o lugar que cada canal ocupa. Como aponta Cardoso et al. (2006), a hierarquia fluvial segundo *Strahler*, onde os canais primários (nascentes) são designados de primeira ordem. A junção de dois canais primários forma um de segunda ordem e assim, sucessivamente.

A junção do canal de uma dada ordem, a um canal de ordem superior não altera a ordem deste. A ordem do canal à saída da bacia é também a ordem da bacia (Figura 1). Neste caso, Vannote et al. (1980) considera os rios como um sistema contínuo, que da cabeceira até a foz apresenta um aumento gradual de tamanho: **rios de cabeceira** (cursos de ordem 1 a 3); **médio curso** (ordem 4 a 6); **baixo curso** (ordem maior que 6).

Figura 1- Hierarquia fluvial conforme Strahler.



Fonte: Christofoleti (1980, p. 107).

2.2.2 Componentes físicos

O estudo das características físicas das bacias e as suas formas de relevo, incluindo os processos e agentes internos e externos, denomina-se morfometria e reside na área do conhecimento geomorfológico, sendo a análise morfométrica uma ferramenta estratégica no estudo e caracterização do sistema fluvial (CASTRO; CARVALHO, 2009).

Algumas destas características físicas da bacia hidrográfica são, em grande parte, controladas ou influenciadas pela sua estrutura geológica (LIMA, 2008, p. 61) ou são o resultado da interação entre geologia e o clima local. Os estudos geológicos das áreas das bacias permitem classificá-las quanto à maior ou menor permeabilidade, características que intervêm na rapidez e no volume das enchentes (GARCEZ; ALVAREZ, 1988, p. 50).

A área da bacia hidrográfica tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio. O caráter e a extensão dos canais (padrão de drenagem) afetam a disponibilidade de sedimentos bem como a taxa de formação do deflúvio. De outro modo, a forma da bacia e o relevo atuam sobre a taxa ou sobre o regime de produção de água, assim como na sedimentação (LIMA, 2008, p. 61). De acordo com Palmieri e Larach (2004, p. 76), o relevo exerce uma forte influência nas características e propriedades dos solos, como

dinâmica da água, espessura do solo e diferenciação de horizontes, espessura e teor de matéria orgânica, cor e temperatura do solo, saturação e lixiviação.

No entanto, para Santos (2004, p. 76), a disponibilidade hídrica depende da latitude, do clima e dos padrões de circulação de ar e sua interação com fatores geológicos e topográficos, como altitude e barreiras físicas. A altitude influencia as diferenças de temperatura dentro da bacia, além de seus mecanismos de evaporação e da forma com que a precipitação é captada. Outra influência relacionada às altas altitudes é a retenção maior de umidade, com formação de neblinas, gerando microclimas (SANTOS et al., 2007).

De todas as variáveis que influenciam na distribuição dos seres vivos, a climática é uma das mais importantes, principalmente no que diz respeito à vegetação, pois os limites superior e inferior da tolerância das plantas com relação à temperatura, luz, vento, umidade e pluviosidade, são bem definidos para cada espécie. Excesso ou a ausência de qualquer um desses fatores expostos, resulta na incapacidade para o desenvolvimento do ciclo vital, não havendo germinação, crescimento, floração ou frutificação satisfatórios (PEREIRA; ALMEIDA, 2004).

Dentre os elementos do clima, a pluviometria assume um papel importante para a caracterização climática de uma determinada área (SILVA; SILVA, 2012). O comportamento da precipitação pluviométrica mantém uma relação direta com o comportamento fluvial, além de que a distribuição das chuvas no tempo e no espaço, aliada às formações geológicas existentes são fatores condicionantes do regime dos rios e, conseqüentemente, da disponibilidade de recursos hídricos em uma determinada região (ZANELLA, 2014).

2.2.3 Componentes bióticos

De acordo com Balieiro e Tavares (2008, p. 184), as matas ciliares, florestas ripárias ou matas de galeria, são formações vegetais que acompanham os cursos d'água ou lagos, cumprindo sua função na manutenção do regime hídrico da bacia hidrográfica, no sustento da fauna e na estabilidade dos ambientes. Como afirmam Machado e Torres (2012), quanto mais expressiva e densa a cobertura vegetal, tanto maior será a infiltração de água no solo e, conseqüentemente, menores serão o escoamento superficial e seus efeitos diretos combinados (erosão e assoreamento), pois ajudam no processo de interceptação da chuva.

Constituídos por parte aérea (árvores) e parte terrestre (solos florestais), os ecossistemas florestais desempenham outras inúmeras funções: moderação do clima (temperatura e umidade), diminuição do pico do hidrograma (redução de enchentes e recarga para os rios), melhoramento da qualidade da água no solo e no rio, atenuação da poluição

atmosférica, fornecimento do oxigênio (O₂) e absorção do gás carbônico (CO₂). Continua, ainda, com a prevenção contra ação do vento e ruídos, recreação e educação, produção de biomassa e fornecimento de energia (BALBINOT et al., 2008).

Segundo Machado e Torres (2012), a cobertura vegetal (distribuição, tipologia, densidade etc.) se reveste de especial significado para o estudo de bacias hidrográficas, pois se relaciona à proteção do solo e também aos processos de infiltração, de escoamento superficial, de evaporação, de erosão e transporte de sedimentos. Todos eles diretamente relacionados à qualidade e quantidade de água. Além disso, proporcionam estabilidade das margens, equilíbrio térmico da água e têm função importante também como corredores ecológicos (LIMA; ZAKIA, 2000), ligando fragmentos florestais e, assim, facilitando o deslocamento da fauna e o fluxo gênico entre as populações de espécies animais e florestais (PEREIRA; ALMEIDA, 2004).

De acordo com Pinheiro et al. (2011), as zonas ripárias estão inseridas entre as melhores práticas de gestão que os produtores podem usar para proteger a qualidade da água, e são consideradas amortecedoras por terem um papel importante na redução de sedimentos, de produtos químicos agrícolas e de outros poluentes que são transportados para a superfície de corpos de água. Neste sentido, Merten e Minella (2002) sugerem para a necessidade de manutenção ou recomposição da mata ciliar e o estabelecimento de uma faixa de vegetação densa junto a ela, para garantir sua funcionalidade.

As nascentes também são enquadradas tecnicamente como Área de Preservação Permanente (APP), protegidas pelo Código Florestal sob a Lei nº 12.651/2012. Estas APP's são os locais onde a água brota naturalmente de uma rocha ou do solo, isto ocorre tanto na superfície seca do solo quanto em massa d'água (ANA, 2012, p. 63).

Corroborando com esta conceituação, autores como Calheiros et al. (2004, p.13) afirmando que as nascentes são o afloramento do lençol freático, que vão dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa) ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios). O desaparecimento de uma nascente resultará na redução do número de cursos d'água e conseqüentemente, a diminuição da disponibilidade de água doce para os diversos usos (CASTRO, 1999; CASTRO; GOMES, 2001; CASTRO et al., 2012, p. 9).

Uma das recomendações para garantir a proteção das nascentes é orientada por Albuquerque (2010, p. 15) quando diz que as nascentes e demais corpos d'água devam ter suas margens protegidas por faixas de vegetação nativa de tamanho suficiente para garantir a preservação da biodiversidade e desses ambientes estratégicos para a conservação dos diversos ecossistemas.

A legislação ambiental, por meio do Código Florestal Brasileiro, estabelece valores fixos de larguras das zonas ripárias em função da magnitude do corpo de água, sendo legalmente protegidas como áreas de preservação permanente (APP). No entanto, fatores físicos, químicos e biológicos controlam o funcionamento desejado dessas faixas. Tais fatores não têm sido estabelecidos para as condições brasileiras, principalmente nos diferentes tipos de solo e condições climáticas (PINHEIRO et al., 2011).

2.2.4 Caracterização morfométrica

Para Teodoro et al. (2007) a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (Tabela 2).

Tabela 2- Características morfométricas de bacias hidrográficas.

(continua)

Características morfométricas	Tipo de análise	Descrição	Fórmula
Características geométricas	Padrão de drenagem	Modelado da drenagem no terreno.	
	Área	Toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal.	
	Perímetro	Comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas.	
Características do relevo	Orientação	Refere-se a orientação das vertentes por onde drenam os canais da bacia.	
	Altitude mínima (P_2) Altitude média (P_m) Altitude máxima (P_1)	A amplitude altimétrica (H) corresponde à diferença altimétrica entre a desembocadura (P_2) e o ponto mais alto da bacia (P_1).	$H = P_1 - P_2$
	Declividade mínima Declividade máxima Declividade média Declividade média do curso d'água principal	Diferença de elevação entre dois pontos ao longo do canal principal (perfil do curso d'água).	
	Relação de relevo (R_r)	Considera o relacionamento existente entre a amplitude altimétrica máxima de uma bacia (H_{max}) e a maior extensão da referida bacia, medida paralelamente à principal linha de drenagem (L_h).	$R_r = H_{max}/L_h$
	Índice de rugosidade (I_r)	Produto entre a amplitude altimétrica (H) e a densidade de drenagem (D_d).	$I_r = H \times D_d$
Características de drenagem	Ordem	Consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra.	
	Densidade de drenagem (D_d)	Correlaciona o comprimento total dos canais (L_t) de escoamento com a área da bacia hidrográfica (A).	$D_d = \frac{L_t}{A}$

(conclusão)

Características morfométricas	Tipo de análise	Descrição	Fórmula
Características de drenagem (Cont.)	Densidade de rios (D_r)	Relação existente entre o número de canais (N) ou cursos de água e a área da bacia hidrográfica (A).	$D_r = \frac{N}{A}$
	Coefficiente de manutenção (C_m)	Área mínima para manutenção de 1m de canal de escoamento permanente. É calculado a partir da densidade de drenagem (D_d).	$C_m = \frac{1}{D_d}$
Análise linear	Comprimento total dos cursos d'água	Somatória do comprimento de todos os canais da bacia.	
	Comprimento do curso d'água principal	É a distância que se estende ao longo do curso de água desde a nascente principal até a desembocadura.	
	Relação de bifurcação (R_b)	É a relação entre o número total de segmentos de certa ordem (N_u) e o número total dos de ordem imediatamente superior (N_{u+1}).	$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$
	Índice de Sinuosidade (I_s)	É a relação entre a distância da desembocadura do rio e a nascente mais distante, medida em linha reta (E_v), e o comprimento do canal principal (L).	$I_s = 100 \frac{L - E_v}{L}$
Análise areal	Fator de forma (K_f)	Corresponde a razão entre a área de bacia (A) e o quadrado de seu comprimento do canal principal (L).	$K_f = \frac{A}{L^2}$
	Índice de circularidade	Relação entre a área de drenagem (A) e o perímetro da bacia (P).	$I_c = \frac{12,57 \times A}{P^2}$
	Coefficiente de compacidade (K_c)	Relaciona a forma da bacia com um círculo, constituindo a relação entre o perímetro da bacia (P) e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia (A_c).	$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A_c}}$

Fonte: Villela e Mattos (1975); Christofolletti (1980); Pissara (2004); Tucci (2004); Tonello et al.(2005); Cardoso et al. (2006); Lima (2008); Lira et al. (2012); Machado e Torres (2012).

O cálculo e análise dos parâmetros morfométricos servem de base para melhor aproximação com a rede de drenagem, fundamentando ações no âmbito da bacia (LIRA et al., 2012) e permite melhor caracterizar o ambiente de uma bacia, sua predisposição à ocorrência de alguns eventos e sua incompatibilidade com certas atividades humanas e/ou modelos de uso e ocupação do solo (MACHADO; TORRES, 2012).

2.2.5 Processos de intervenção antrópica

A interferência do homem no meio ambiente e a utilização das terras incompatível com a conservação ambiental, seja para o uso agrícola, pecuária ou para implantação de áreas industriais vêm gerando, ao longo do tempo, a insustentabilidade dos recursos naturais (CUNHA; GUERRA, 2004; SANTOS et al., 2007).

Como exemplo e referência, trazemos os impactos causados pelo desmatamento das matas ribeirinhas, mineração (que altera física e quimicamente os ecossistemas aquáticos), extinção de espécies locais, introdução de espécies exóticas (que alteram o equilíbrio natural dos ecossistemas) e o lançamento de rejeitos resultantes de atividades agrícolas (fertilizantes e agrotóxicos), industriais e domésticos (ANA, 2006, p. 54). Estas ações, segundo Bhaduri et al. (2000) podem alterar também as características hidrológicas de uma bacia em seu curso.

Silva (2012) aponta que as consequências das diversas formas de uso e cobertura do solo refletem sobre o escoamento superficial, pois áreas urbanas, industriais, florestas e campos cultiváveis apresentam diferentes comportamentos quanto à capacidade de infiltração e de armazenamento de água. Complementa-se quando Merten e Minella (2002), Ferreira e Dias (2004) e Bakonyi (2012, p. 41-42) incluem, como consequência, a erosão provocada pelo escoamento da água que altera a qualidade do solo por causa da perda de nutrientes, comprometendo sua capacidade produtiva, além de uma série de problemas ambientais.

Os problemas citados, são resultados da ausência de gestão com vistas à sustentabilidade no uso das águas, gerando grandes consequências para a qualidade e a quantidade da água, para a fauna e flora aquáticas e para o funcionamento dos ecossistemas, além de produzir graves efeitos sobre a saúde humana (ANA, 2006, p. 54).

2.2.6 Infiltração e capacidade de armazenamento no solo

Segundo Machado e Torres (2012), a infiltração é a passagem de parcela da precipitação que atravessa a superfície do terreno através dos vazios do solo, por percolação, contribuindo para as águas subterrâneas dos lençóis superficiais e para as camadas mais profundas. Deste modo, alguns fatores influenciam na capacidade e velocidade de infiltração: tipos de solo, grau de umidade do solo, ação da precipitação, compactação devida ao homem e aos animais, cobertura vegetal, temperatura, estrutura do terreno, variação da capacidade de infiltração, entre outros fatores.

2.2.7 Escoamento superficial

Quando a intensidade da precipitação excede a capacidade de infiltração do solo, ocorre o escoamento superficial. Para Pinto et al. (1973), o escoamento superficial é o segmento do ciclo hidrológico que estuda o deslocamento das águas na superfície da Terra. Escoa pela superfície logo que a intensidade da precipitação supera a capacidade de infiltração do solo ou quando os espaços na superfície detentora tenham sido preenchidos.

Para Villela e Matos (1975), o escoamento superficial abrange desde o excesso de precipitação que ocorre logo após uma chuva intensa e se desloca livremente pela superfície do terreno, até o escoamento de um rio, que pode ser alimentado tanto pelo excesso de precipitação como pelas águas subterrâneas.

O escoamento superficial sofre a influência de diversos fatores que facilitam ou dificultam sua ocorrência. Estes podem ser de natureza climática (relacionados à intensidade, duração e frequência da precipitação) ou de natureza fisiográfica (ligados às características físicas da bacia como área, forma, permeabilidade, capacidade de infiltração e topografia) (GALVÍNCIO; SOUSA; SRINIVASAN, 2006).

As características da bacia que devem ter influência nas características do escoamento superficial condicionando a forma do hidrograma são: área, declividade, dimensões e rugosidade do canal, densidade da rede de drenagem, forma, recobrimento vegetal, tipo de solo e capacidade de acumulação temporária do volume escoado (MACHADO; TORRES, 2012).

2.3 Formas de uso do solo

A conversão de terras para o uso agrícola ou mesmo a implantação de áreas industriais e/ou urbanas pode alterar as características hidrológicas de uma bacia hidrográfica, a curto ou a longo prazo. Tais impactos incluem o aumento do efeito das cheias, a diminuição a longo prazo do fornecimento de águas para usos diversos e mudanças nos ecossistemas aquáticos (BHADURI et al., 2000). As alterações sobre o uso e manejo do solo podem ser classificadas quanto:

- a) ao tipo de mudança da superfície (desmatamento, reflorestamento e impermeabilização);
- b) ao tipo de uso da superfície (urbanização, reflorestamento para exploração sistemática, desmatamento para extrativismo e culturas);
- c) ao método da alteração – queimada, manual e equipamentos (TUCCI; CLARKE, 1997).

2.3.1 Bacias urbanas

Os impactos do desenvolvimento urbano sobre os recursos hídricos ocorrem tanto no aspecto qualitativo (pela alteração da qualidade da água), quanto no quantitativo (com mudanças nos padrões de fluxo e quantidade da água (ANA, [s.d.], p. 42). Esses impactos provocados pelo desenvolvimento urbano têm trazido preocupações, principalmente devido à

modificação da cobertura vegetal que tem efeitos sobre os componentes do ciclo hidrológico natural.

A cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando como alterações a redução da infiltração no solo e aumento do escoamento superficial, pois o volume que é impedido de infiltrar fica na superfície (TUCCI; CLARKE, 1997). Na área urbana os esgotos domésticos e industriais não tratados, a água de drenagem que transporta vários tipos de poluentes resultantes da “lavagem” das áreas impermeabilizadas, contribuem para a alteração da qualidade da água dos mananciais, sendo uma forma de desperdício de água limpa (CRISPIM et al., 2012).

As densas redes de valas e bueiros nas cidades reduzem a distância do percurso da enxurrada até os córregos e rios, aumentando as vazões máximas, além de que podem ser preenchidas com sedimentos e obstruídas por detritos (lixo), sem saída para o escoamento, o que aumenta a possibilidade de grandes enchentes (KONRAD, 2003).

A degradação ambiental e as ações desarticuladas distanciam, ainda mais, as condições de qualidade dos corpos hídricos daquela necessária ao atendimento dos seus usos atuais e futuros. As águas subterrâneas são mais protegidas do que as águas superficiais (sejam correntes ou represadas). Entretanto, as formas desordenadas de extração, onde são executados poços mal escavados ou abandonados, sem qualquer medida de proteção, constituem os principais focos de poluição do manancial subterrâneo no meio urbano (FREIRE; OMENA, 2005, p. 144).

2.3.2 Bacias rurais

Historicamente, a população rural nas diversas formas de ocupação do território, fundamentou a sua economia no aproveitamento do solo e do potencial hídrico explorando de forma extensiva, tanto na agricultura como na pecuária [...]. Salvo raras exceções, os meios e os métodos de produção, ainda continuam ostentando as formas extrativistas características do período colonial (SANTANA, 2003).

Neste entendimento, Crispim et al. (2012) apontam a falta de saneamento rural, uma das principais causas de insalubridade e degradação hídrica, pela disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, demandando estudos acerca do tema para melhoria da qualidade de vida da população urbana e rural. Outro fator que gera a deterioração do solo/águas é o uso de produtos químicos utilizados em diversas atividades agrícolas e pastoris, tornando a água com baixa qualidade e inadequada para o consumo humano (OLIVA-JUNIOR; SOUZA,

2012). Sobretudo dos rios e de outros mananciais de superfície e até dos poços rasos (REBOUÇAS, 2001).

As zonas de recarga devem, dentro do possível, serem mantidas sob vegetação nativa. Se estas áreas forem utilizadas e ocupadas com atividades agropecuárias, a função de recarga pode ser prejudicada pela impermeabilização decorrente da compactação dos solos pela mecanização agrícola e pisoteio do gado (SOUZA; FERNANDES, 2000).

Em solos com superfície desprotegida que sofrem a ação de compactação, a capacidade de infiltração pode diminuir dramaticamente, resultando em maior escoamento superficial. Por exemplo, estradas e caminhos percorridos pelo gado, com a forte compactação, reduzem a capacidade de infiltração, enquanto o uso de maquinário agrícola para revolver o solo durante o plantio pode aumentar a infiltração (TUCCI, 2002, p. 31).

Os resultados das formas de manejo sustentável transcendem as áreas rurais, refletindo em garantia de abastecimento hídrico, tanto em qualidade quanto em quantidade. Assim, o espaço rural assume relevante importância, não somente na produção de alimentos e fibras, mas como “produtor” de água em qualidade e quantidade satisfatórias, ou não, para a utilização múltipla por outros segmentos da sociedade (SOUZA; FERNANDES, 2000).

2.4 Manejo de bacias hidrográficas

Sobre o manejo de bacias hidrográficas, este pode ser definido como, a administração dos recursos naturais de uma área de drenagem, primariamente voltado para a produção e proteção da água, incluindo o controle de erosão, enchentes e a proteção dos aspectos estéticos associados com a presença da água (CECÍLIO; REIS, 2006).

A existência de curso d'água e conseqüentemente, a exploração de seus recursos naturais dependem, em primeira instância, das nascentes que formam e alimentam as bacias hidrográficas (RESENDE et al., 2009). Estas, são responsáveis pela manutenção da qualidade de vida dos habitantes de uma determinada comunidade.

2.4.1 Recuperação, revitalização e restauração

Recuperação, revitalização e restauração são técnicas apontadas como estratégias para a construção da sustentabilidade (ALBUQUERQUE, 2010, p. 23). Para Fadel e Campos (2013), estas técnicas são termos que tratam de tendências mundiais, refletem as preocupações internacionais relativas às relações entre o tratamento das questões ambientais e a qualidade de vida em seu sentido amplo, ou seja, tanto dos seres humanos como nas demais espécies. Esses processos são considerados urgentes, em razão das permanentes e rápidas

transformações nas condições de vida. Sendo estas transformações, manipuladas conforme as necessidades da humanidade.

O IBAMA (1990, p.13) estabelece o termo recuperação como indicativo de que o local degradado será retornado a uma forma de utilização de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo. Ressaltando, é válido dizer, que se obterá uma condição estável compatível com os valores ambientais, econômicos, sociais e estéticos do seu entorno.

Nesta discussão, a Lei nº 9.985 de 18/07/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), no artigo 2º, distingue para seus fins, um ecossistema “recuperado” de um “restaurado”. Define a recuperação como restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre, degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original, e a restauração como restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original (ICMBIO, 2009).

A revitalização implica na preservação, conservação e recuperação ambiental dos rios, por meio de ações integradas capazes de proporcionar a melhoria às condições ambientais e o uso sustentável dos recursos naturais (FADEL; CAMPOS, 2013), o que recai em ações que deve-se colocar em prática para educar as pessoas envolvidas com a preservação do meio ambiente e seus ecossistemas.

2.4.2 Floresta ripária e áreas de nascentes

A floresta ripária localiza-se às margens de nascentes e cursos d'água. Considerando suas funções eco-hidrológicas, sua restauração tem sido recomendada como a melhor estratégia, visando à proteção dos recursos hídricos e à recuperação da biodiversidade (GÊNOVA et al., 2007). Ecologicamente, elas formam corredores que permitem a movimentação de fauna ao longo da paisagem, auxiliando ainda a dispersão vegetal (LIMA; ZAKIA, 2000).

Em relação à proteção das florestas ripárias, Pinto et al. (2004) destacam que somente a proteção das áreas do entorno das nascentes não é suficiente para a conservação da perenidade e qualidade de suas águas. Logo, faz necessário ter uma boa cobertura vegetal nas partes mais altas do terreno, para que a água da chuva não escorra na forma de enxurrada, mas infiltre, emergindo nas minas ou nos olhos d'água, nas partes mais baixas do terreno (SANTANA, 2003, p. 15).

A adoção de um dos métodos de preservação das nascentes, de acordo com Calheiros et al. (2004, p.29) deve tomar como referência o regime de vazão – se é permanente ou

temporária, se varia ao longo do ano e até mesmo a interferência da vegetação no consumo de água da própria nascente. Consumo este, que é influenciado pela profundidade do lençol freático no raio compreendido pela Área de Preservação Permanente (APP).

Andrade et al. (2014) e Calheiros et al. (2004, p.29) chamam a atenção para pontos onde não existe a composição ideal, e sim aquela mais adequada para cada situação específica, onde a escolha da melhor técnica de recuperação de floresta ripária e das áreas de nascentes deve levar em consideração outras características locais, como o tipo de solo, declividade do terreno, intensidade das precipitações, entre outros.

Para adotar métodos eficazes, Macedo (1993, p.12) sugere o levantamento de informações tais como:

- 1) histórico da área quanto à sua utilização, preparo do solo, cultivo etc.;
- 2) caracterização do local quanto a condições de clima, fertilidade, textura, permeabilidade e profundidade do solo, topografia e presença de água (altura do lençol freático, umidade, inundações periódicas etc.);
- 3) caracterização do tipo de formação vegetal existente originariamente e aferição das espécies de ocorrência regional;
- 4) seleção das espécies nativas regionais adaptáveis ao local a ser revegetado;
- 5) determinação do percentual de participação em função da cobertura vegetal existente originalmente no local a ser revegetado, do grupo ecológico ao qual pertence, frequência ou raridade com que cada espécie ocorre naturalmente.

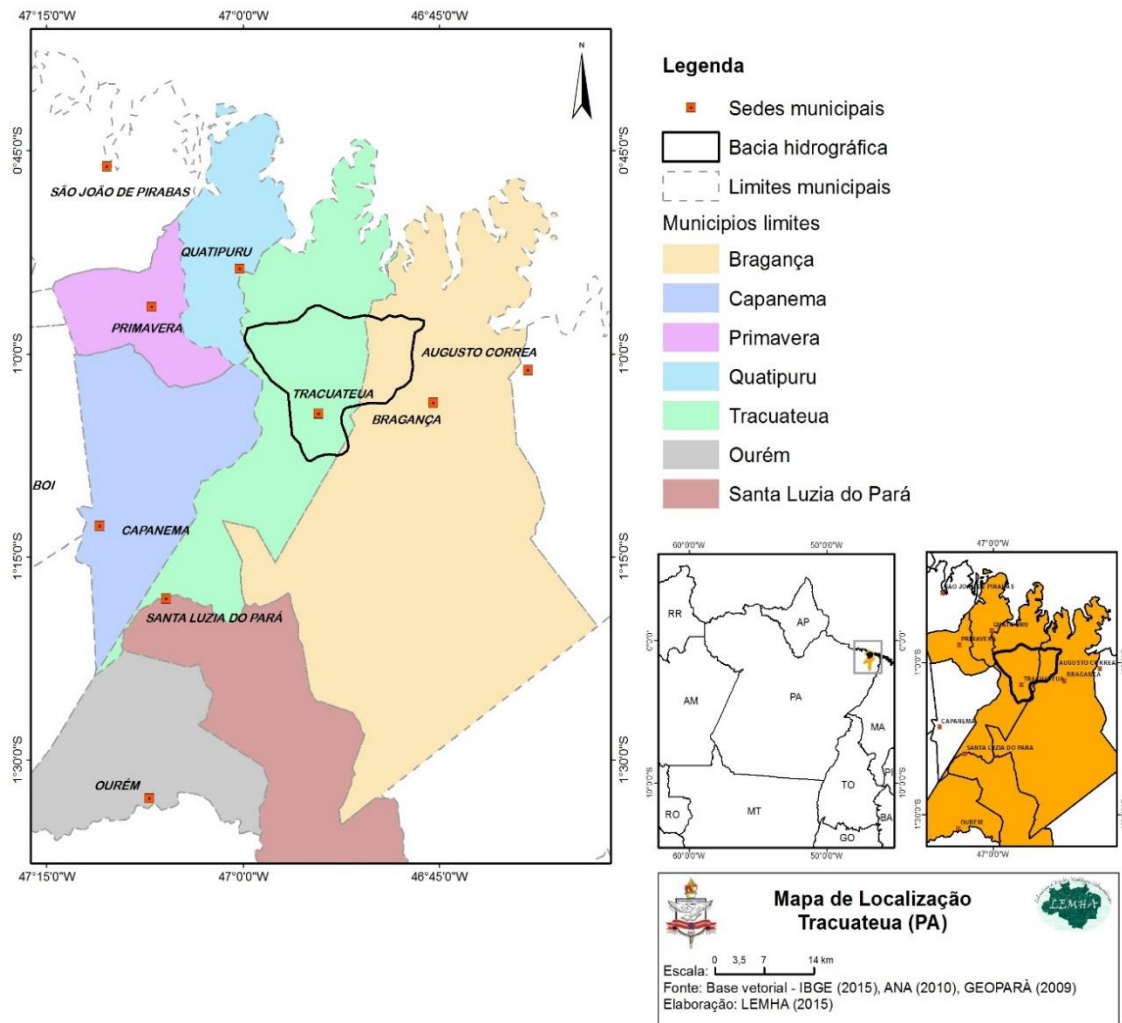
Lembra-se que qualquer tipo de intervenção, quanto à garantia de proteção dessas áreas, deve ter como base a ampla participação social, em conformidade com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e, em escala regional, com o Plano de Ação do Comitê da Bacia Hidrográfica (PACBH), destacando os proprietários de terra, moradores locais e beneficiários diretos dos serviços ecossistêmicos, como atores que têm o papel central nesse processo (CASTRO et al., 2012, p. 53).

Neste sentido, Pinto et al. (2004) classificam as nascentes em três categorias de conservação: a) Preservadas – quando apresentam pelo menos 50 metros de vegetação natural no seu entorno medidas a partir do olho d'água em nascentes pontuais ou a partir do olho d'água principal em nascentes difusas; b) Perturbadas – quando não apresentam 50 metros de vegetação natural no seu entorno, mas apresentam bom estado de conservação, apesar de estarem ocupadas em parte por pastagem ou agricultura; c) Degradadas – quando se encontram em alto grau de perturbação, muito pouca ou nenhuma vegetação, solo compactado, presença de gado, com erosões e voçorocas.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

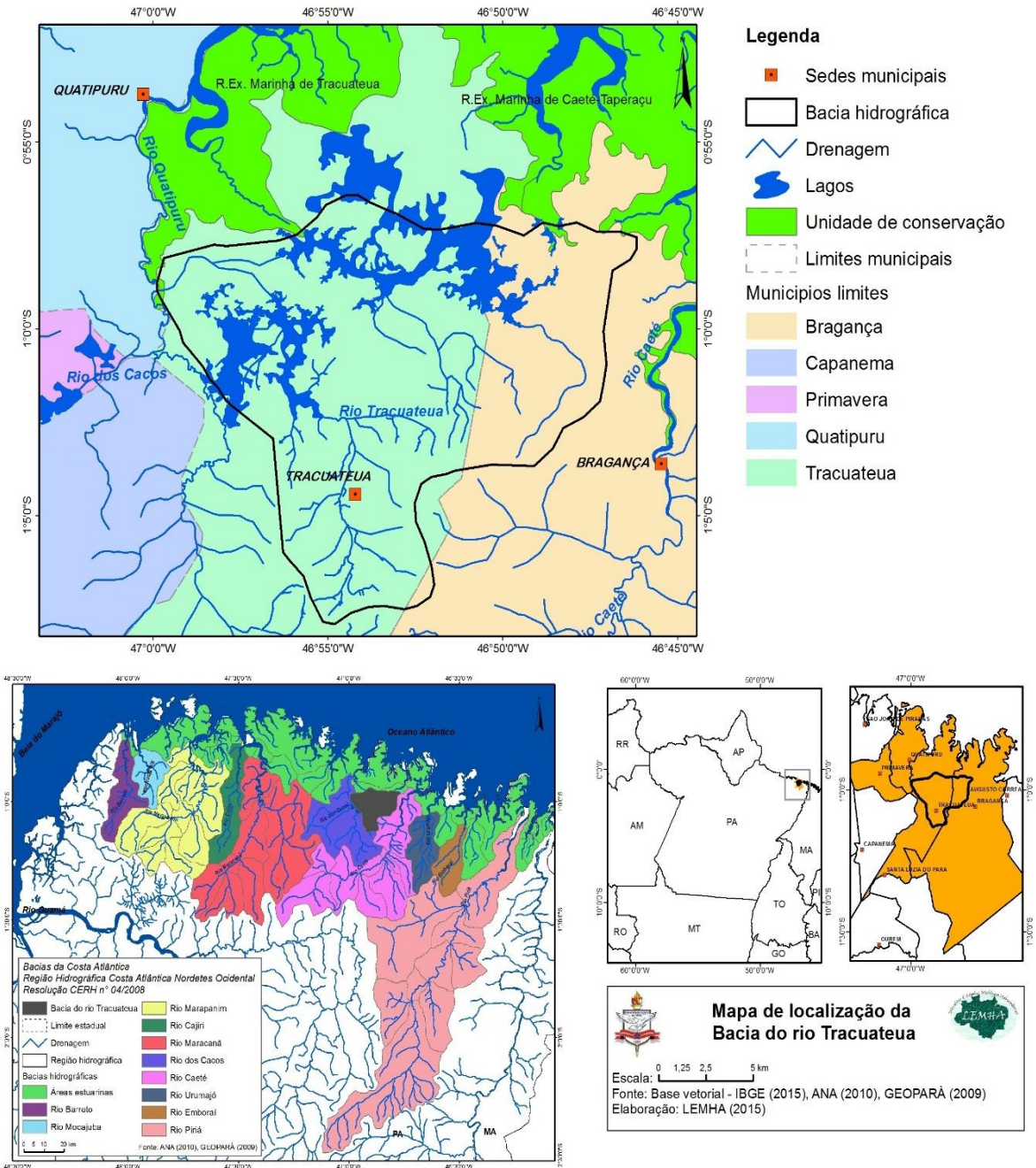
A bacia do rio Tracuateua está localizada no município de mesmo nome, sendo parte de sua porção nordeste localizada no município de Bragança (Figuras 2). Faz parte da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, sub-região hidrográfica Costa Atlântica.

Figura 2- Localização da área de estudo.



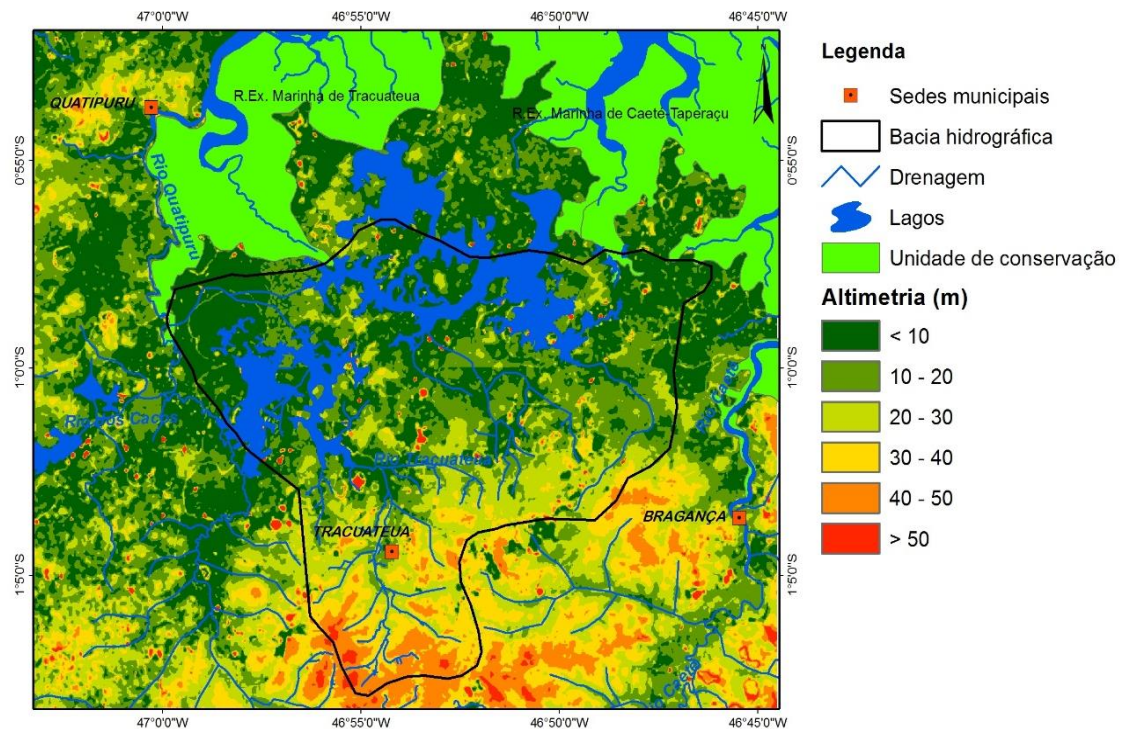
Trata-se de uma bacia de 4º Ordem (Figuras 4 e 5), indicando possuir pouca ramificação e afluentes, segundo os critérios de Lira et al. (2012). Tem uma altitude máxima próxima a 90m, com maior eixo em torno de 10km. É um dos afluentes do rio Quatipuru, um curso d'água com características estuarinas. Possui uma área de aproximadamente 300km² e um perímetro com cerca de 80km. Suas águas contribuem para inundar os campos naturais de Tracuateua (os lagos), no período chuvoso e contribui para alimentar os recursos naturais da Reserva Extrativista Marinha do município.

Figura 3- A bacia hidrográfica do rio Tracuateua



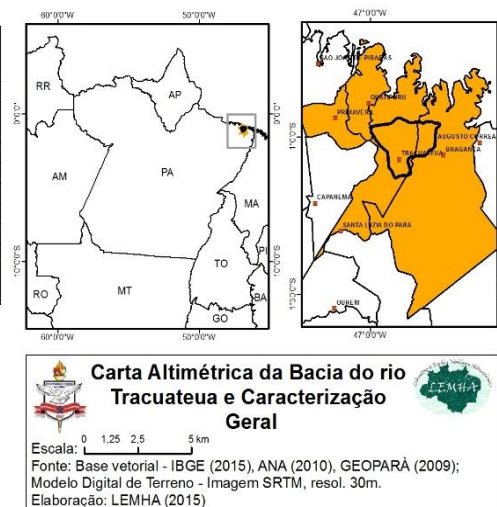
Alves e Modesto-Junior (2013) descrevem que na região predominam as savanas naturais mal drenadas ficando, no primeiro quadrimestre, por ocasião das chuvas, submersas na maior parte de sua extensão a uma profundidade abaixo de um metro, formando extensos lagos. Com a seca no período de estiagem, no segundo semestre, uma ciperácea chamada popularmente de junco aflora, formando os campos naturais servindo como importante forragem para o rebanho (bovinos e bubalinos) que transita livremente na região, sendo essas áreas classificadas como Campos Equatoriais Higrófilos de Várzea.

Figura 4- Características altimétricas da bacia.



Ordem dos canais	Número de canais por ordem	Comprimento dos canais (m)	Comprimento dos canais (km)	Altitude mínima (m)	Altitude máxima (m)	Altitude média (m)
1	58	89664,48	89,66	14,2	29,0	20,4
2	19	23571,17	23,57	11,5	20,6	15,3
3	14	33507,43	33,51	6,3	33,3	13,7
4	4	14107,06	14,11	1,3	30,5	6,4

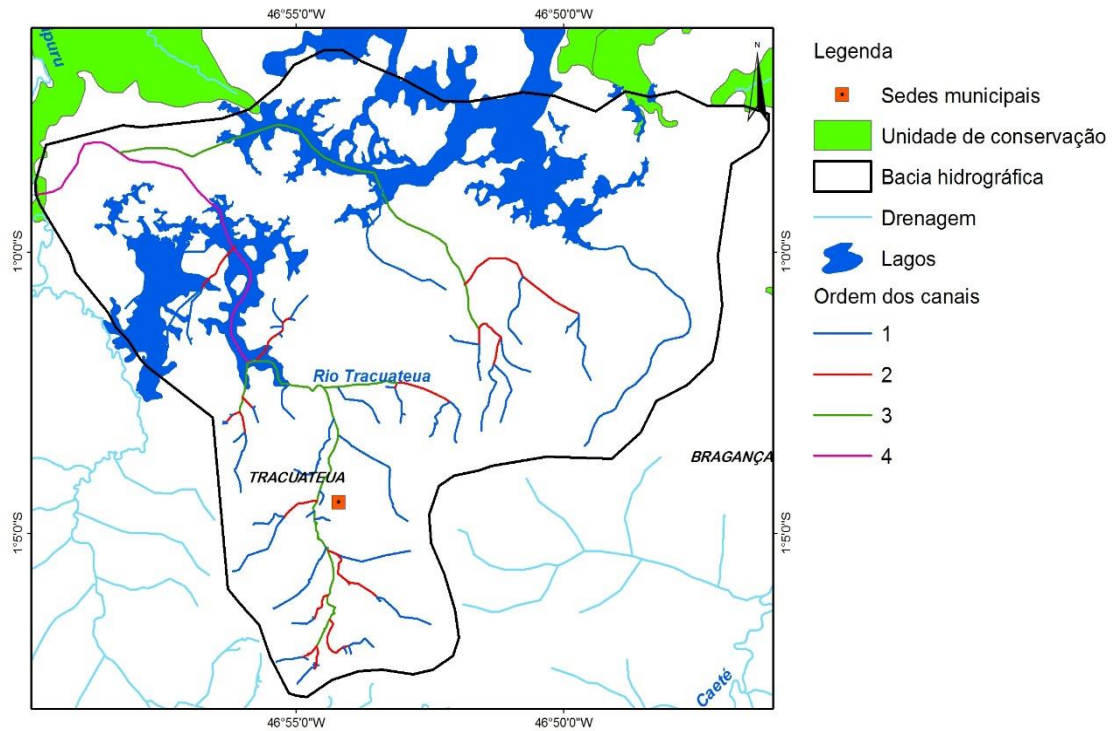
Área da bacia (m ²)	299858240,74	Relações altimétricas na bacia	
Área da bacia (km ²)	299,86	Altitude máxima (m)	89,66
Perímetro da bacia (m)	79602,01	Altitude mínima (m)	1,3
Perímetro da bacia (km)	79,60	Altitude média (m)	13,9
Maior eixo (m)	10776,48		
Menor eixo (m)	8858,16		



Os dados altimétricos contribuem para análise de declividades em área de bacias hidrográficas, fornecendo informações sobre a rede de drenagem, dado relevante para controle de enchentes e demais estudos hidrológicos (VILLELA; MATOS, 1975).

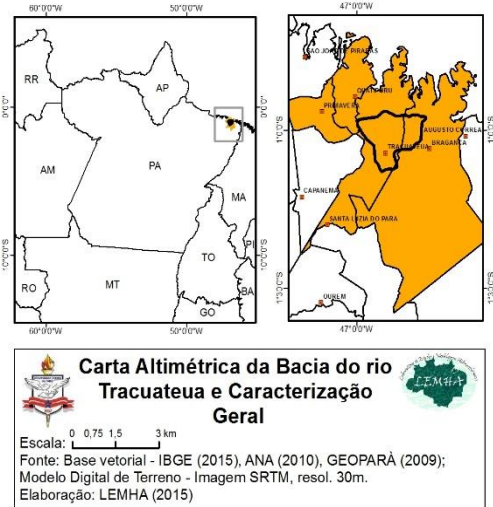
No caso da bacia do rio Tracuateua, a carta altimétrica (Figura 4) informa as características de relevo, relevantes para análise da aptidão agrícola e necessárias no planejamento da gestão ambiental municipal. Observa-se que as maiores altitudes se concentram nas cabeceiras da bacia e as menores no médio-baixo curso, favorecendo uma ampla zona de acumulação de águas, que na cartografia utilizada (IBGE, 2015) é mapeada como uma área de lagos. Alguns destes, observados no trabalho de campo.

Figura 5- Características morfométricas da bacia.



Ordem dos canais	Número de canais por ordem	Comprimento dos canais (m)	Comprimento dos canais (km)	Altitude mínima (m)	Altitude máxima (m)	Altitude média (m)
1	58	89664,48	89,66	14,2	29,0	20,4
2	19	23571,17	23,57	11,5	20,6	15,3
3	14	33507,43	33,51	6,3	33,3	13,7
4	4	14107,06	14,11	1,3	30,5	6,4

Área da bacia (m ²)	299858240,74	Relações altimétricas na bacia	
Área da bacia (km ²)	299,86	Altitude máxima (m)	89,66
Perímetro da bacia (m)	79602,01	Altitude mínima (m)	1,3
Perímetro da bacia (km)	79,60	Altitude média (m)	13,9
Maior eixo (m)	10776,48		
Menor eixo (m)	8858,16		



As bacias hidrográficas apresentam parâmetros morfométricos com características diferentes e o resultado da análise desses parâmetros contribui para entender a dinâmica do ambiental local.

A bacia do rio Tracuateua apresenta 160,85km na soma do comprimento de todos os canais. Relacionada à área da bacia, 299,86km², determina a densidade de drenagem, que pode variar de 0,5km/km² em bacias com drenagem baixa a 3,5km/km², ou mais, em bacias com boa drenagem (VILLELA; MATTOS, 1975). É um índice importante, pois reflete a influência da geologia, topografia, do solo e da vegetação da bacia hidrográfica (LIMA, 2008).

O índice da bacia em estudo apresentou $0,5\text{km}/\text{km}^2$, indicando canais alongados, baixa capacidade de drenagem, relevo pouco declivoso e solos com alta capacidade de infiltração, o que contribui com o lençol freático, mas alerta para controle de ações antrópicas na área da bacia, conforme citação feita por Teodoro et al. (2007).

A densidade de rios permite verificar a frequência de cursos d'água existentes por km^2 . Pelo método de Horton o número de canais corresponde à soma de todos os segmentos de cada ordem (Christofolletti, 1980). A bacia em estudo apresenta um total de 95 canais, que ao relacionar com a área da bacia, $299,86\text{km}^2$, resulta em $0,32$ canais/ km^2 , o que significa menos de 0,5 canal (ou cursos d'água) por km^2 .

O índice de circularidade é resultado da relação entre a área e o perímetro da bacia, ou entre a área da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da bacia. Quanto mais próximo da unidade o valor, mais arredondada é a bacia, enquanto valores menores indicam forma alongada. O índice da bacia do rio Tracuateua é 0,6, indicando que a mesma tem forma um pouco alongada, o que indica baixa suscetibilidade à ocorrência de inundações, conforme análise de Teodoro et al (2007).

O coeficiente de compacidade indica que quanto mais irregular for a bacia, maior será o valor do coeficiente, independente do seu tamanho. Para coeficientes acima de um, a bacia irá apresentar baixa suscetibilidade de ocorrência de inundações; por sua vez, quanto menor for o valor desse coeficiente (números próximos a zero), mais sujeita a enchentes ela estará (VILLELA; MATTOS, 1975). A bacia em estudo apresentou coeficiente de compacidade igual a 1,3, o que corresponde a ter uma forma um pouco alongada, representando um bom processo de escoamento.

O clima local, bem como os dados morfométricos, vegetação, ações antrópicas, influenciam a dinâmica hidrológica da bacia. De acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather, o clima da área de estudo pode ser classificado como sendo do tipo *CwCl "d"*, subúmido seco, com excesso de d'água pequeno ou nulo (NEVES et al., 2008). Pela classificação de Koppen, o clima é do tipo *Ami* (ALVES et al., 1982), com precipitação acumulada anual superior a 2.000mm e cerca de 85% de umidade relativa do ar².

Segundo a série de precipitação e temperatura de 1995 a 2014 (estação do INMET de Tracuateua), o regime de precipitação é caracterizado por um período chuvoso iniciando em janeiro e terminando em julho, com precipitação máxima mensal de 453mm. Outro, menos chuvoso de agosto a dezembro com precipitação mínima mensal inferior a 10mm.

² Dados coletados da Rede do INMET - Normais Climatológicas de Tracuateua de 1973-1990.

O acumulado anual de precipitação média, do período de 1995-2014, está em torno de 2.350mm. A temperatura média durante o ano está em torno de 26 °C (Tabela 3).

Tabela 3- Parâmetros Meteorológicos de Tracuateua-PA (1995-2014).

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura do ar (°C)		
		Máxima	Mínima	Média
Janeiro	230,4	31,6	21,9	26,4
Fevereiro	349,9	30,9	21,9	26,0
Março	453,0	30,6	21,7	25,8
Abril	409,1	30,9	21,6	25,7
Maió	344,9	31,3	21,5	26,0
Junho	210,1	31,6	21,0	25,8
Julho	199,0	31,5	20,7	25,7
Agosto	72,2	32,0	20,7	26,1
Setembro	14,5	32,7	20,8	26,5
Outubro	12,8	33,3	21,0	26,9
Novembro	8,4	33,6	21,3	27,2
Dezembro	45,7	33,3	21,8	27,3
Total	2.350			
Média		31,9	21,3	26,3

Fonte: Dados da Rede do INMET (2015).

A bacia está contida quase que sua totalidade (74,68%), no município de Tracuateua e em menor parte, no município de Bragança (25,32%, apenas a parte rural). Por isso, no processo de análise, será dado ênfase para as características socioeconômicas de Tracuateua. Este, tem uma área de 936,1km², estando situado a 188km de Belém, capital do Estado. Pertence à Mesorregião Nordeste Paraense e à Microrregião Bragantina.

Sua população está em torno de 28 mil habitantes (72% residentes na área rural) e a densidade populacional é 30,74hab./km². Em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) foi 0,531, sendo: o IDH-M Longevidade de 0,776; IDH-M educação de 0,376; IDH-M Renda de 0,514.

A partir desses dados, verifica-se que o nível de instrução da população é baixo, pois 51,62% possuem ensino fundamental incompleto e 37,6% não receberam instrução formal; destes, 26,93% não são alfabetizados. Em relação à prestação de serviços à saúde, há 22 unidades ambulatoriais e 209 profissionais da área (médicos, odontólogos, enfermeiros, agentes de saúde, técnicos de enfermagem e outros) (PARÁ, 2014).

A economia do município de Tracuateua concentra-se em atividades de lavoura permanente e temporária, pecuária de pequena escala e extração de madeira para lenha e produção de carvão (ALVES; MODESTO-JUNIOR, 2013). No entanto, a principal atividade é a agricultura, destacando-se na lavoura temporária a mandioca, o feijão e o milho (produção em 2012: 28.700, 2.240 e 360 toneladas, respectivamente). Na lavoura permanente, destacam-se: o coco-da-baía e laranja (produção em 2012: 5.428 e 1.050 toneladas, respectivamente) (PARÁ, 2014).

Os campos naturais predominam na região, dentre eles destaca-se o campo chamado Flexeira que constitui uma área de preservação ambiental onde existem aves e ofídios em vias de extinção (PARÁ, 2014). Os mangues e várzeas ocupam boa parte do território de Tracuateua, sendo o restante, terra agriculturável.

Existem outras ocupações praticadas, como a pesca (peixe de água doce e de água salgada) e o extrativismo. A pecuária é exercida por um grande número de moradores, principalmente da região de campos, que criam livremente gado, seja para abate ou produção de leite em vastas áreas de pasto natural. Há extração vegetal (açai, buriti, inajá, folhas de palmeira para a confecção de artesanato de palha), animal (caranguejo e “Camarão da Malásia”) e mineral. O principal empreendimento empresarial de extração mineral é a Mineradora Santa Mônica, onde há exploração de granito, a chamada brita, utilizada para a construção civil (AVIZ; PINHEIRO, 2013).

Os rios Tracuateua e Quatipuru, depois das estradas de rodagem, são as vias de maior importância para o desenvolvimento da região, uma vez que é por onde se faz o escoamento da produção, através de pequenas e médias embarcações. Fazendo parte da rede hidrográfica da região, encontram-se rios de menor volume de água, porém de igual importância no que diz respeito à pecuária e à agricultura da área estudada (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 1999, p. 12).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais

Na confecção da carta de uso e cobertura do solo, foi adotada a base vetorial do projeto TerraClass (EMBRAPA/INPE), em que considera-se a última versão de atualização, 2012. No levantamento das informações referentes aos usos das águas, foram adotados como instrumentos: questionários com perguntas diretas, entrevista dirigida, registros fotográficos e levantamentos em bancos de dados secundários (dados oficiais de órgãos públicos do município, estado ou federais).

Foram utilizadas para as bases na cartografia de apoio: a rede de drenagem do IBGE (disponibilizada na forma vetorial no ano de 2015); modelo digital de elevação oriundo das imagens SRTM com resolução de 30m; arquivos vetoriais logísticos (sedes municipais, vias de acesso, limites municipais, limites das unidades de conservação) da Agência Nacional de Águas (ANA), ano 2010, e do sistema de informações do Governo do Estado do Pará (GEOPARÁ), do ano de 2009.

4.2 Métodos

A pesquisa do presente estudo é descritiva, empregando-se o método quantitativo, por recorrer à linguagem matemática para quantificar e descrever os impactos sobre os recursos hídricos do município. Destaca-se, que embora adotado o método quantitativo, a análise dos dados produzidos é qualitativa.

Os procedimentos técnicos adotados foram a pesquisa de campo que se caracteriza pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto às pessoas por meio de entrevistas, utilização de questionários, entre outros procedimentos necessários (FONSECA, 2002, p.32).

Para atingir o objetivo do trabalho, inicialmente, foi feito um levantamento bibliográfico dos temas que seriam abordados no trabalho e que subsidiariam as entrevistas e observações de campo. Em seguida, foi delimitada a área a ser pesquisada e feito um levantamento dos métodos de manejo adequado do solo e da água, das atividades econômicas que são desenvolvidas no município, para ajudar na formulação do questionário.

Na área em estudo, foram mapeadas e verificadas quais comunidades rurais e bairros da área urbana estavam inseridos e, de forma aleatória, foram escolhidas as pessoas que responderam face a face as perguntas do questionário. O público-alvo estudado foi constituído por três grupos, de onde foram retiradas as amostras: usuários residenciais, agricultores e

criadores de animais. Em relação aos usuários residenciais, selecionou-se moradores com cinco anos ou mais de residência no município, o que possibilita já ter uma percepção dos problemas ambientais de Tracuateua.

Os questionários foram submetidos a um pré-teste com 10 pessoas para avaliação de sua aplicação. Desta forma então, ser finalizado. Constaram de questões de múltipla escolha – em que o entrevistado pudesse selecionar mais de uma alternativa como resposta; de questões dissertativas, chamadas também de perguntas abertas – em que a resposta não é limitada por alternativas; de questões dicotômicas – em que são apresentadas somente duas opções de resposta - sim e não - por vezes, uma terceira para indicar falta de opinião ou desconhecimento sobre o assunto (CHAGAS, 2000).

Para subsidiar a escolha das perguntas foram consultadas dissertações de mestrado com trabalho de campo similar, manuais técnicos da EMBRAPA e sites contendo informações sobre tipos de manejo do solo, características das atividades econômicas da região amazônica e modelos de práticas agropecuárias sustentáveis.

A questão aberta feita no questionário sobre quais problemas ambientais são percebidos em Tracuateua (ANEXO 1), como apontam White et al. (2005), embora apresente desvantagens em relação ao questionário fechado, principalmente pela ausência de alternativas de respostas e por aumentar a dificuldade de interpretação e análise dos resultados, são mais eficientes quando o objetivo é a compreensão das atitudes e comportamentos da população-alvo.

Somente conhecendo a cada indivíduo é possível a realização de um trabalho com bases locais, partindo da realidade do público de interesse, uma vez que este, percebe, reage e responde diferencialmente frente às ações sobre o meio (LEITE; ANDRADE, 2007). As diferentes visões e posturas sensibilizadas à problemática ambiental, decorrem das diferentes maneiras de se compreender a questão ambiental. Diferenças nas posturas que são reveladoras de diferentes noções e interpretações científicas sobre o meio ambiente (OLIVEIRA; CORONA, 2008).

Para verificar a gestão dos recursos hídricos no município, foram entrevistados os Secretários Municipais de Meio Ambiente, Agricultura e de Pecuária, vereadores da Câmara Municipal e o gerente da Companhia de Saneamento responsável pela captação, tratamento e distribuição da água para o abastecimento urbano. No auxílio para analisar os impactos causados pelas falhas no saneamento básico, foi feito um levantamento na Secretaria Municipal de Saúde, das doenças que podem estar relacionadas à água.

As formas de manejo, os vários usos da água e os impactos do manejo inadequado desses recursos naturais, foram analisados por meio das observações em campo, das respostas da população-alvo e da entrevista ao gerente da Mineradora Santa Mônica. Em relação às formas de manejo do solo, além dos questionários aplicados aos agricultores e pecuaristas, foram entrevistados o Presidente do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Tracuateua (STTR) e os Presidentes de Associações de produtores rurais e de quilombolas.

Os dados quantitativos obtidos a partir da tabulação do questionário, foram analisados traçando-se primeiramente, o perfil dos grupos estudados e as informações foram analisadas por meio de gráficos modelos pizzas e barras.

Para ajudar na formulação de soluções para os problemas detectados, foi incluído no questionário aos usuários, perguntas relacionadas à percepção ambiental (problemas e responsabilidades), às fontes e formas de tratamento da água para consumo, ao interesse em participar das questões ambientais do município e à existência de uma proposta para a melhoria qualitativa da água. No questionário dos agricultores e criadores de animais, foram incluídas perguntas sobre as técnicas utilizadas no manejo do solo, fontes de água para as atividades econômicas e quais as preocupações ambientais de possível impacto nas atividades produtivas.

Para complementar o estudo, foi feito um levantamento nos órgãos públicos estaduais dos principais programas e ações que incentivam, apoiam atividades econômicas ambientalmente sustentáveis, além da pesquisa nos sites do governo federal e consulta a trabalhos com problemas ambientais similares.

4.2.1 Diagnóstico dos usos múltiplos das águas

No diagnóstico dos usos múltiplos da água foram realizadas: entrevistas com os Secretários Municipais, Presidentes de associações comunitárias e do STTR - Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais; questionários aplicados aos moradores residenciais, aos agricultores e criadores de animais. Na formulação dos critérios do diagnóstico foram adotadas as seguintes premissas³:

- a) Captação Superficial: captação de água de diferentes cursos d'água, como rio, córrego, ribeirão, lago, lagoa, açude, represa etc., que têm o espelho d'água na superfície do terreno.

³ Glossário de saneamento e meio ambiente do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) da Fiocruz.

- b) Captações Subterrâneas: basicamente fazem uso de aquíferos confinados e não confinados, denominados, respectivamente, artesianos e freáticos. Silva et al. (2001) fazem um maior detalhamento, descrevendo as águas de lençol freático como as que se encontram livres, sob pressão da atmosfera e quando um poço é perfurado nessas condições recebe a denominação de poço freático, poços rasos ou cacimbas. A água no seu interior terá o nível coincidente com o nível do lençol. As águas de lençol confinado, são descritas como as que se encontram confinadas por camadas impermeáveis e sujeitas a uma pressão maior que a pressão atmosférica, sendo a captação feita por meio de poços profundos ou artesianos. Sua alimentação é verificada somente no contato da formação geológica com a superfície do solo. As condições climáticas ou o regime de chuvas, observados na área de perfuração do poço, pouco ou nada afetam as características do aquífero.
- c) Captação de Poço Profundo: captação de água de lençóis situados entre as camadas impermeáveis.
- d) Captação de Poço Raso: captação de água de lençol freático, ou seja, de água que se encontra acima da primeira camada impermeável do solo.

Outros critérios levantados, foram os definidos no Plano Diretor Municipal de Tracuateua (PDMT)⁴, quanto as zonas de proteção do município que envolvessem a questão hídrica. Em relação aos usos múltiplos, gestão e proteção dos recursos hídricos são definidas as seguintes ações estratégicas (p.8-10):

Art. 15, Seção II, Capítulo I: I - criar mecanismos de incentivo à piscicultura; III - criar lei ambiental e; VI - estabelecer política específica para o setor da pesca, propiciando os instrumentos necessários à sua viabilidade. [...]

Art. 19, Seção IV, inciso VII: selecionar roteiros turísticos (inclusive fluvial e marinho) objetivando a valorização do paisagismo local.

Art. 20: com o objetivo de reduzir os impactos ambientais e normatizar os usos sustentáveis do solo nas atividades econômicas, devem ser observadas as seguintes diretrizes: I - desenvolver estudos de bacias hidrográficas para garantir o uso sustentável dos seus recursos; II - Criar um comitê gestor para as bacias hidrográficas; III - estimular a evolução conceitual da questão ambiental, através da educação ambiental, como processo sociointeracionista e emancipatório dos munícipes; V - formular e executar projetos de recomposição vegetal e recuperação de ecossistemas degradados, inclusive visando a manutenção de matas remanescentes; VI - integrar os procedimentos legais e administrativos de licenciamento e das ações de fiscalização do município com as ações dos órgãos ambientais do Estado e da União; VII - fixar normas e padrões ambientais municipais que assegurem a melhoria da qualidade do meio ambiente, e estabelecimento de respectivas penalidades e infrações. [...]

⁴ Sancionado em 27 de setembro de 2006 pela Lei Nº 208/2006.

Como exposto, as garantias de gestão sobre os recursos hídricos do município, estão amparadas pelo PDMT, assim como, o Estado e a União trabalham em parceria com a responsabilidade pela outorga de uso das águas, o controle e monitoramento da qualidade desta água, o monitoramento e registro dos dados climáticos e a avaliação das águas de todo o município de Tracuateua.

A Secretaria de Meio Ambiente deste município já foi criada, como se vê garantida no Art. 21 do PDMT (2006, p.10):

Art. 21: o Poder Executivo Municipal está incumbido de criar a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, cujas atribuições são: a) elaborar lei específica de proteção ambiental; c) implantar políticas de educação ambiental; d) proteger os recursos hídricos, os mananciais e as áreas (sítios) de relevada importância ecológica; e) elaborar plano de reflorestamento; f) conter o processo de desmatamento em áreas próximas de rios, igarapés, lagos e córregos, contribuindo para a manutenção da mata ciliar. [...]

Art. 48, Capítulo I, Título III, inciso VIII: tem como uma de suas diretrizes priorizar os serviços de drenagem e esgotamento sanitário, devido à sua importância ambiental para o município.

O papel da Secretaria de Meio Ambiente de Tracuateua, pelo PDMT, deve ser a tutora da qualidade ambiental, inclusive o gerenciamento estratégico dos recursos hídricos. Porém, suas ações estagnaram-se e, diferentemente das atividades que deveria realizar, omite-se aos problemas que afloram dentro do município e não assegura condições para o desenvolvimento ambiental sustentável e, conseqüentemente, à justiça social.

Entende-se, portanto, que há necessidades urgentes em fortalecer as políticas públicas para a proteção dos recursos hídricos, dos mananciais e das áreas de relevada importância ecológica. com a elaboração de planos de reflorestamento para conter o processo de desmatamento em áreas próximas de rios, igarapés, lagos e córregos, contribuindo para a manutenção da mata ciliar (PDMT/2006, p.11).

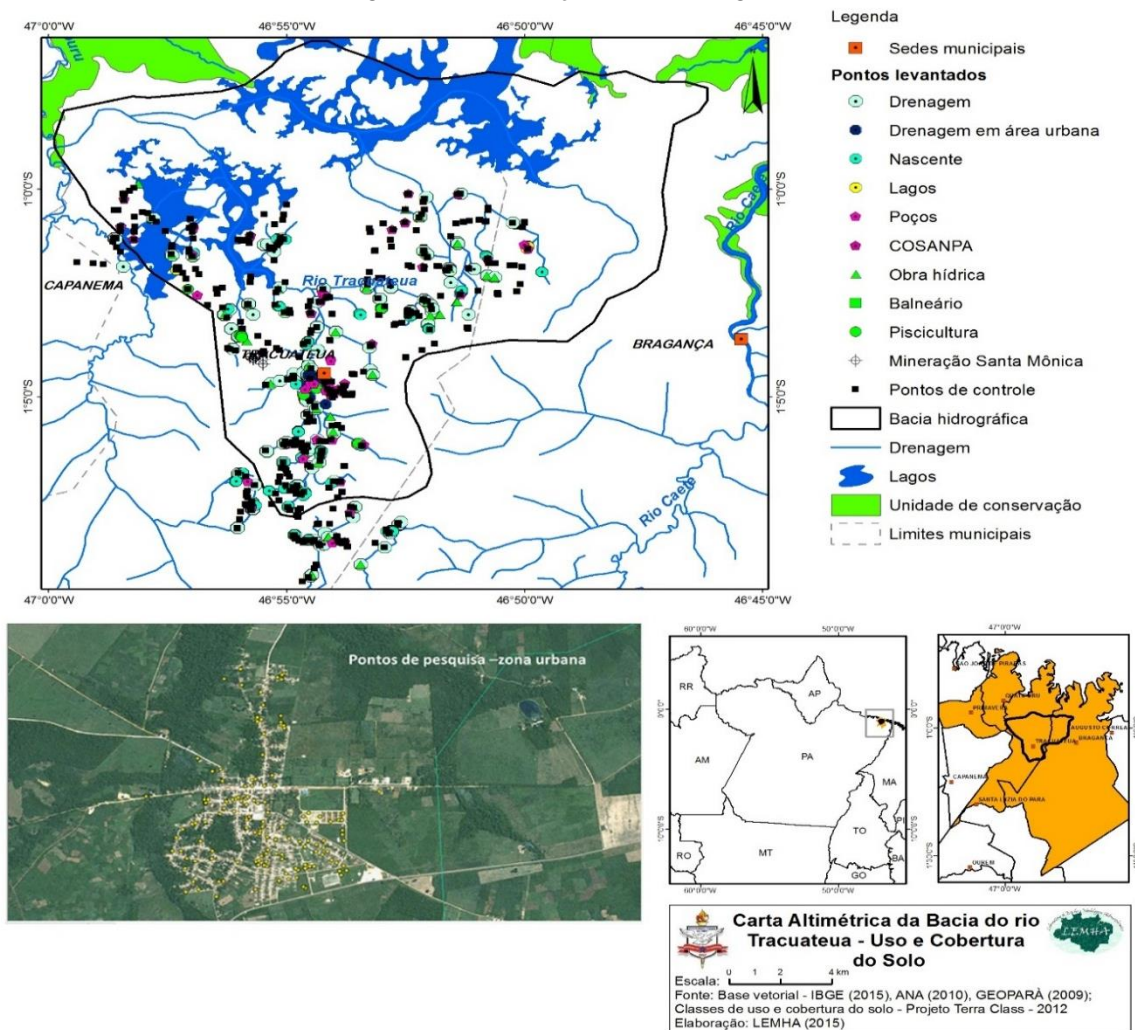
Deste modo, a gestão municipal em parceria como o Estado e a União, devem garantir às presentes e futuras gerações, os direitos, a preservação e o acesso aos recursos ambientais, de forma sustentada, equitativa e equilibrada, de modo que se faça cumprir a legislação ambiental vigente, cuja eficácia depende das práticas executoras dos órgãos competentes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Perfil da área de estudo

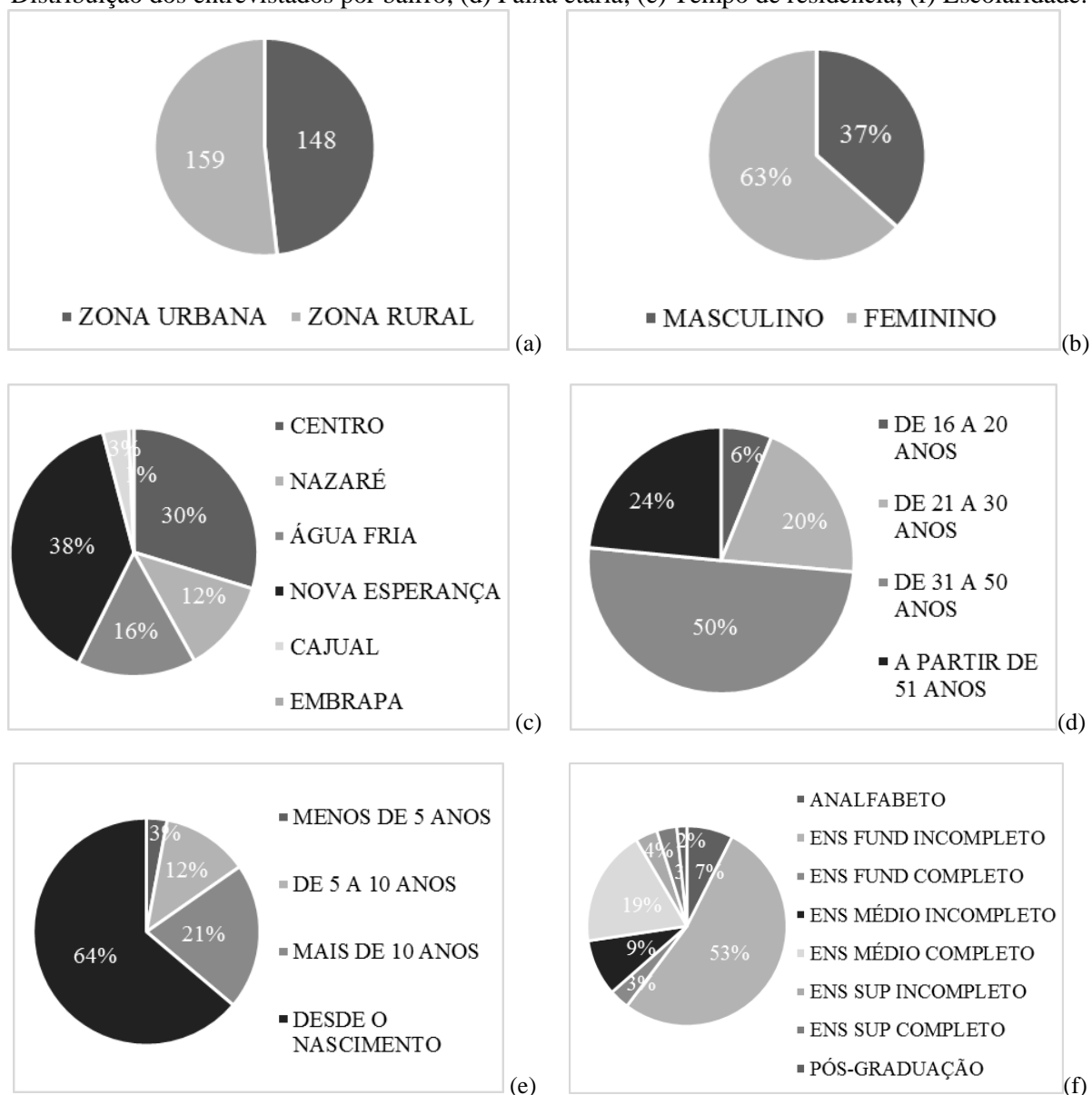
Discorre-se sobre a área de estudo e dos interlocutores. Foram pesquisadas 307 pessoas (160 usuários residenciais, 134 agricultores e 13 criadores de animais), de 6 bairros da área urbana e de 33 comunidades da área rural (Figura 6).

Figura 6- Localização da amostragem.



O grupo amostrado foi predominante o grupo feminino, sendo que na área urbana o maior percentual foi dos bairros de Nova Esperança, Centro, Água Fria e Nazaré. A maior parte (64%) mora no município desde o nascimento e apresenta faixa etária predominante (50%) de 31 a 50 anos. Outro item levantado foi em relação à escolaridade dos sujeitos investigados. Observou-se que a maioria dos entrevistados (53%) apresentou apenas o ensino fundamental incompleto, conforme aponta a Figura 7.

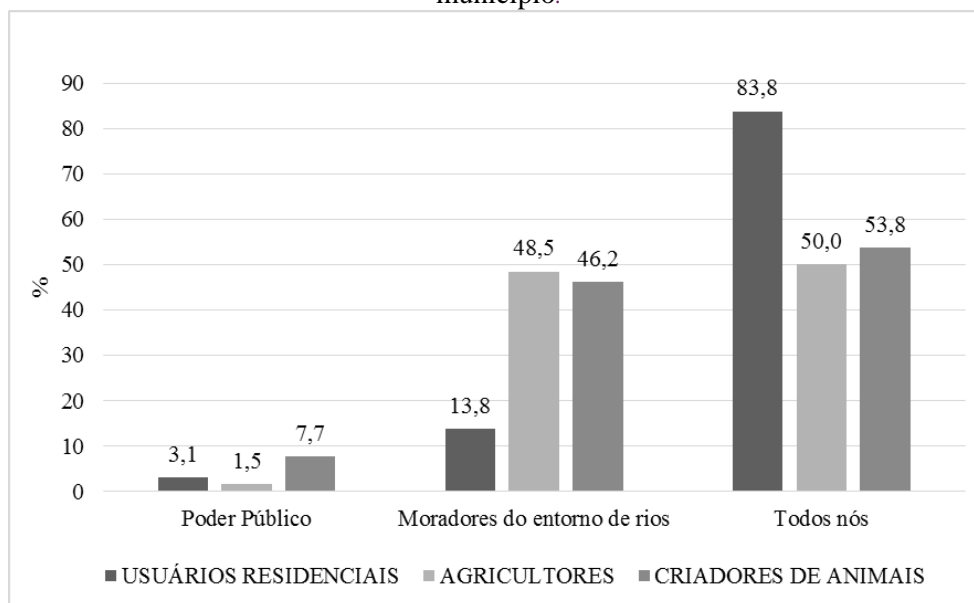
Figura 7- Perfil da amostragem: (a) Total dos entrevistados; (b) Distribuição quanto ao sexo; (c) Distribuição dos entrevistados por bairro; (d) Faixa etária; (e) Tempo de residência; (f) Escolaridade.



Fonte: Pesquisa de campo.

No que corresponde à percepção da responsabilidade sobre os problemas ambientais do município, observou-se que tanto os usuários residenciais quanto os agricultores e criadores de animais admitem que esta deve ser de todos – uma ação coletiva; não atribuindo, portanto, apenas ao poder público e aos moradores do entorno dos rios a responsabilidade na adoção de práticas de conservação ambiental (Figura 8). Esta percepção foi mais visível entre os usuários residenciais (83,8%), moradores da área urbana.

Figura 8- Perfil da amostragem: percepção da responsabilidade sobre os problemas ambientais do município.



Fonte: Pesquisa de campo.

Saber a quem atribuir a responsabilidade de zelar pelos recursos naturais leva ao entendimento de distintas concepções sobre o meio ambiente, sendo importante na resolução de conflitos que envolvem o planejamento ambiental e a utilização de recursos naturais (HOEFFEL et al., 2008).

A relação do homem com o ambiente natural é uma preocupação pertinente ao quadro ambiental e social na atualidade. Entretanto, existem interesses e também conceitos distintos para o estabelecimento de parâmetros mediadores de tais relações (OLIVEIRA; CORONA, 2008).

Para autores como Roppa et al. (2007), a interpretação é de que por meio da percepção ambiental é possível conhecer a cada um dos grupos envolvidos, facilitando a realização de um trabalho com bases locais, partindo da realidade do público alvo, para conhecer como os indivíduos percebem o ambiente em que convivem, suas fontes de satisfação e insatisfação.

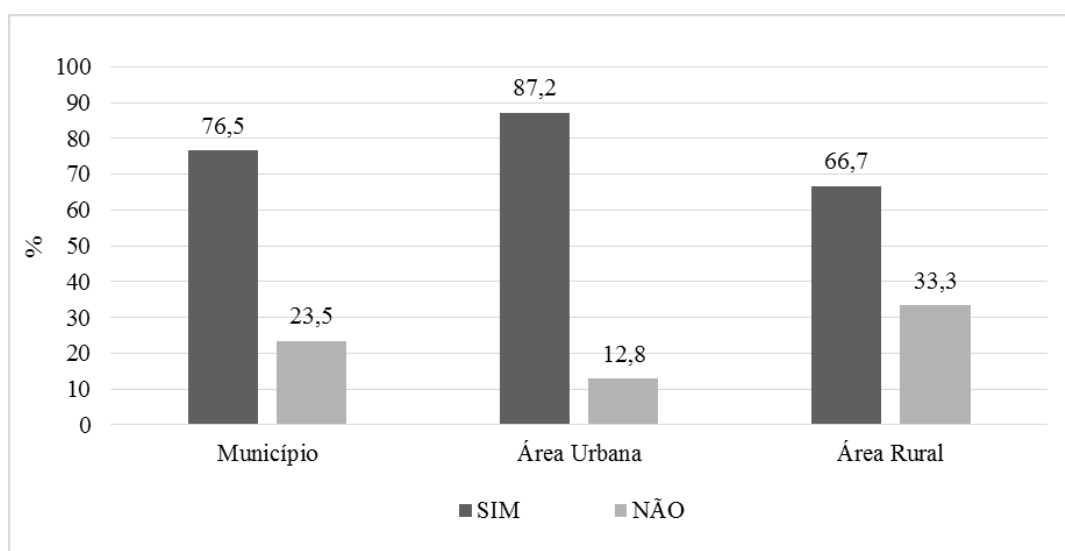
Verifica-se na figura 8 que 48,5% dos agricultores atribuem ser de responsabilidade dos moradores do entorno cuidar dos recursos hídricos, mostrando também a construção de uma relação entre o contexto em que estão inseridos, as áreas com cursos d'água e suas atividades econômicas que dependem da utilização desses recursos naturais.

Marin et al. (2003) afirmam que, quando o ser humano reflete sobre essa relação, procura o entendimento de suas percepções e se questiona sobre seu lugar na paisagem percebida, tornando possível a avaliação de suas ações no ambiente.

Esse resultado demonstra que há necessidade da sociedade sentir-se corresponsável pela conservação/degradação dos recursos hídricos, definindo ações de gestão compartilhada para a proteção da bacia. Para Rodrigues et al (2012), nesse contexto de gestão ambiental compartilhada, a percepção da população se torna importante aliada para o poder público quanto à leitura da realidade social, configurando-se como meio de apoio aos instrumentos e ferramentas do sistema de gestão do meio ambiente.

Os moradores de Tracuateua percebem problemas ambientais no município (76,5%), sendo que a percepção foi maior na área urbana (87,2%); na área rural, 66,7% dos entrevistados apontaram danos ambientais (Figura 9).

Figura 9- Percepção do quantitativo dos problemas ambientais: no município, na área urbana e na área rural.



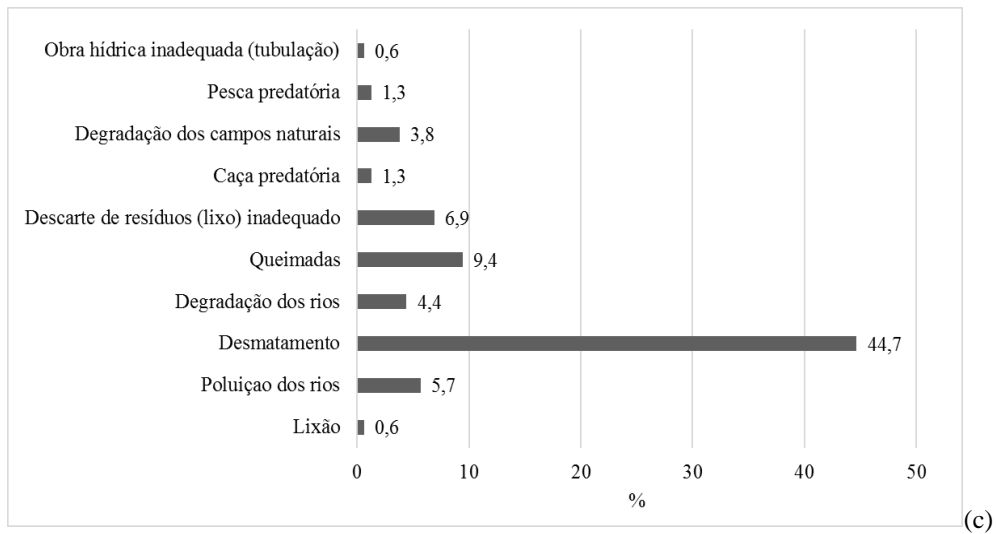
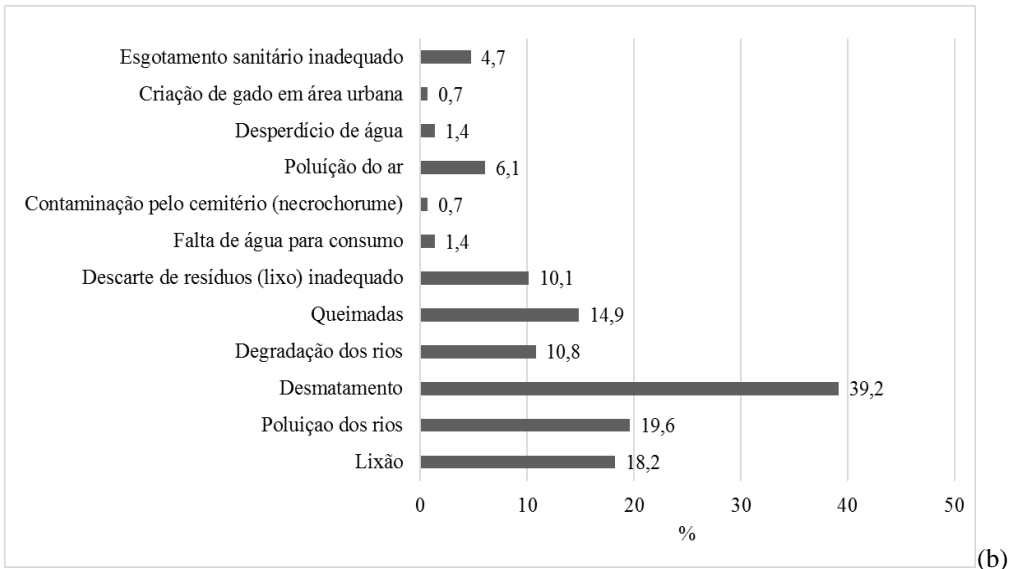
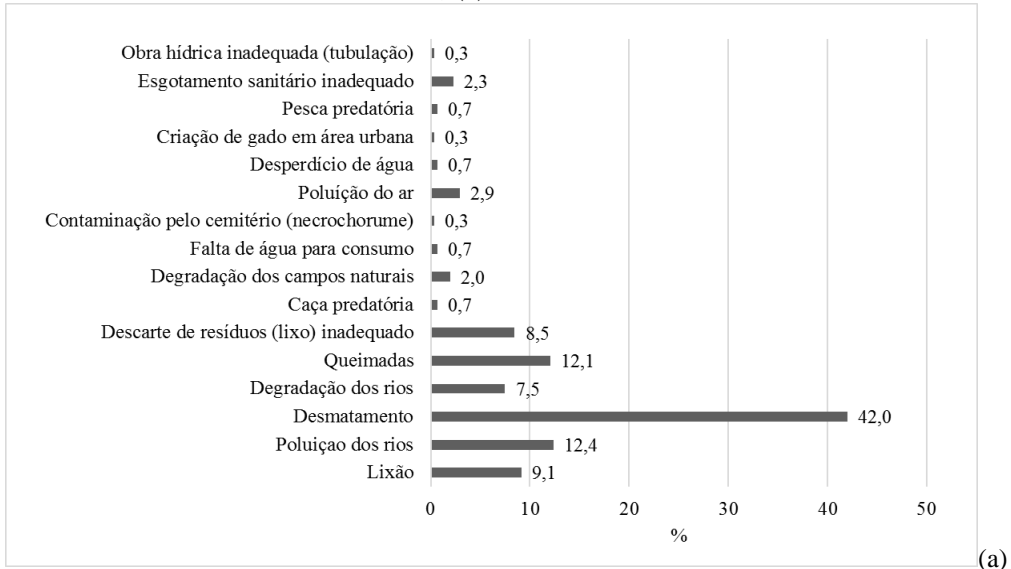
Fonte: Pesquisa de campo.

Foram identificados 16 problemas ambientais pelo grupo pesquisado, sendo que cada entrevistado destacou até três problemas. Como principal problema ambiental de Tracuateua destacaram o desmatamento, tanto na área urbana (39,2%) quanto na área rural (44,7%), seguido pela poluição dos rios (12,4%) e queimadas (12,1%).

O segundo e terceiro problemas apontados pelos moradores da área urbana foram a poluição dos rios (19,6%) e o lixo (18,2%). Pelos moradores da área rural foram as queimadas (9,4%) e o descarte inadequado do lixo (6,9%) (Figura 10).

A figura 10c mostra que o desmatamento e as queimadas, práticas comuns para o desenvolvimento de atividades agrícolas, e de significativa interferência nos recursos hídricos, são os mais observados e destacados pelo grupo da área rural.

Figura 10- Percepção do quantitativo dos problemas ambientais: (a) No município; (b) Na área urbana; (c) Na área rural.



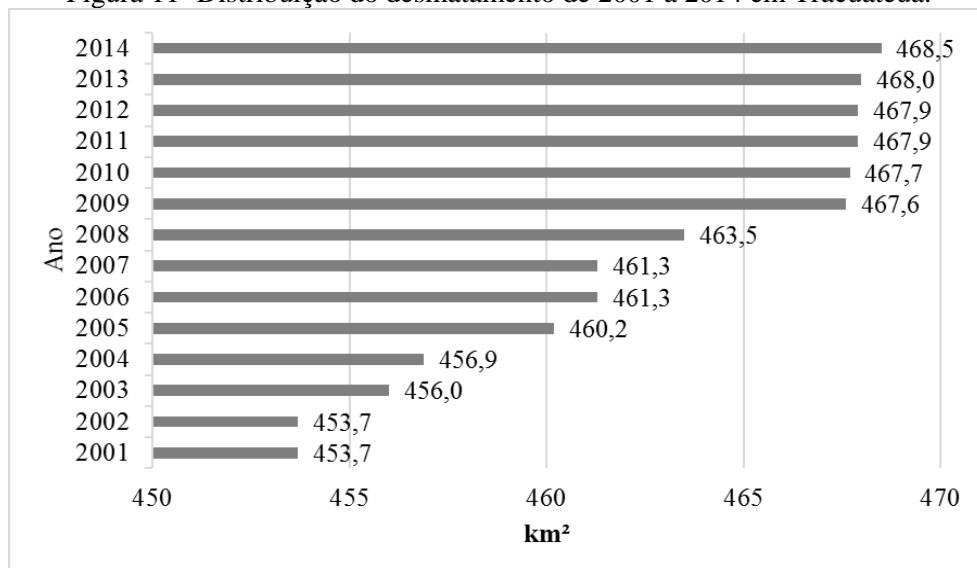
Fonte: Pesquisa de campo.

O desmatamento ou desflorestamento, principal problema ambiental de Tracuateua percebido pelas pessoas pesquisadas, é uma das causas da modificação contínua da floresta amazônica. Segundo estimativas, cerca de um bilhão de pessoas dependem diretamente de florestas para sua subsistência e, em cada ano, aproximadamente 12 milhões de hectares de floresta são destruídos (ONU/BRASIL, 2015).

No Brasil, o Pará foi um dos Estados da Amazônia Legal que tiveram seu uso do solo enormemente alterado, com redução de biodiversidade (florestal e animal) e de técnicas de cultivos agroflorestais desenvolvidas por diversos grupos sociais em unidades produtivas familiares (CASTRO, 2008). No entanto, a taxa de desmatamento no Pará em 2014, de 1.881km², foi a segunda menor registrada desde 1988 (PRODES/INPE).

Tracuateua tem uma área demográfica de 858km². Em 2014, a área desflorestada correspondia a 468,5km² (54,6%). Houve um desmatamento de 14,8km² em 14 anos (Figura 11) e até 2014 apresentou 131km² de floresta (15,27%) (DPI/INPE, 2015).

Figura 11- Distribuição do desmatamento de 2001 a 2014 em Tracuateua.



Fonte: PRODES/INPE (2016)

Na distribuição do desmatamento ao longo dos anos, observa-se no período de 2009 a 2013 que a taxa é de apenas 0,4 km². Essa redução brusca de desmatamento pode ser explicada pelo fato de Tracuateua ter sido administrada por governo interino neste período (2009-2012). Segundo relato da assessora do Secretário de Agricultura, na época, o município teve recursos bloqueados pelo governo federal, durante os quatros anos e como consequência negativa a agricultura familiar ficou sem apoio, que somadas às outras perdas provocadas por

fatores externos (dificuldade na comercialização dos produtos agrícolas, excesso de chuvas, entre outros), pode ter impedido o avanço de abertura de novas áreas.

O segundo maior problema apontado, a poluição dos rios, foi atribuído aos hábitos de descarte inadequado de lixo e de resíduos das atividades econômicas nas margens dos igarapés, e pela localização do lixão próximo ao rio Tracuateua. A prática de disposição inadequada de resíduos sólidos às margens de ruas ou cursos d'água podem provocar, entre outras consequências, contaminação de corpos d'água e proliferação de vetores transmissores de doenças – soma-se a isso, a poluição visual e o mau cheiro (MUCELIN; BELLINI, 2008).

Para Nascimento (2011) a contaminação dos recursos hídricos compromete a resiliência das águas e a geodinâmica das bacias, competindo para agravar o estado de conservação dos recursos naturais. Neste seguimento, o lixão foi o terceiro problema mais destacado pelos moradores da área urbana (18,2%), enquanto os moradores da área rural (6,9%) citaram como o terceiro problema mais significativo o descarte inadequado do lixo nas suas comunidades.

Para Palma (2005, p.16), a diferença no grau de importância é explicada pelo fato de que a percepção é a interação do indivíduo com seu meio, onde, para perceber é necessário que tenha algum interesse no objeto da percepção. Esse interesse é baseado no conhecimento, na cultura, na ética, e na postura de cada um, fazendo com que cada pessoa tenha uma percepção diferenciada para o mesmo objeto.

Tracuateua tem uma produção média de 5,2 toneladas de lixo residencial urbano por dia, ou seja, 570g/pessoa.dia (PARÁ, 2013). A coleta do lixo domiciliar é feita diariamente na área urbana, seis dias por semana, mas falta Programa de coleta seletiva para reduzir o volume depositado no lixão. A disposição final feita a céu aberto, próximo do centro urbano e do leito do rio Tracuateua, tem sido motivo de muitas reclamações dos moradores da área urbana, principalmente dos que estão mais próximos desta área e sofrem com a liberação de fumaça da queima do lixo.

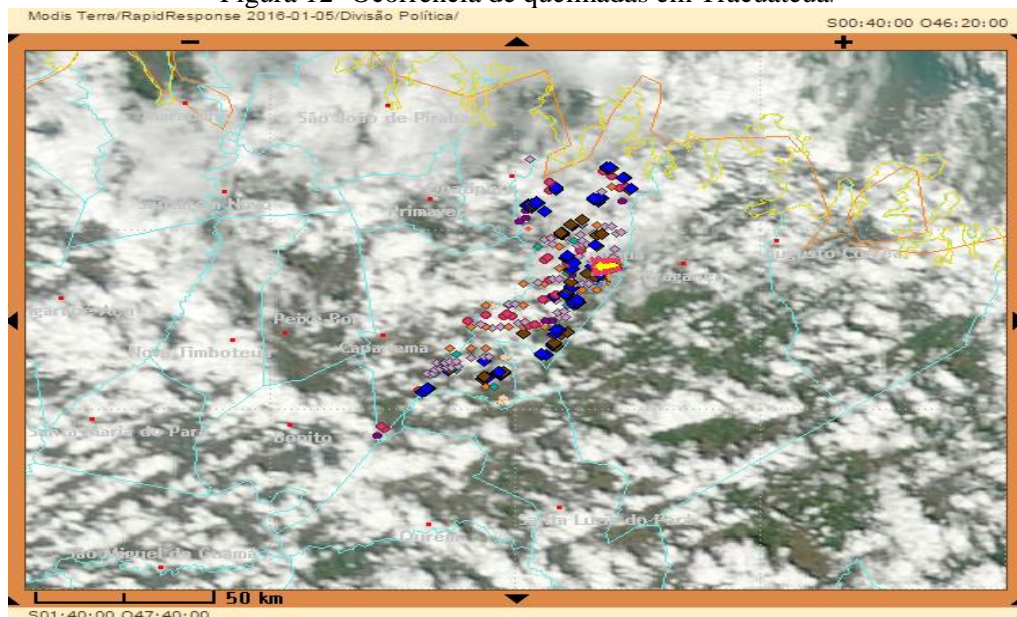
A desativação do lixão e a escolha de um novo local para depósito de resíduos são desafios para a prefeitura municipal, visto a inviabilidade financeira para implantação de um aterro sanitário. Nascimento (2011) aponta para a falta de aterros sanitários, em que parte do lixo produzido é depositada a céu aberto, por vezes próximo aos veios fluviais e terrenos mais permeáveis. A disposição de lixo nos terraços mais baixos, facilita a ação do chorume, induzindo o escoamento e/ou percolação de substâncias poluidoras.

A prática de queimadas, terceiro problema ambiental identificado pelas pessoas pesquisadas, é o resultado da exploração dos recursos naturais. Os principais focos de

queimadas na Amazônia são associados à agricultura e à pecuária, correspondendo à prática de preparo de área para plantio, utilizada secularmente pelos agricultores familiares da Amazônia e de várias regiões tropicais. No sistema de agricultura familiar, a queima ocorre no final do período de pousio, entre dois períodos de cultivo, quando a vegetação secundária que cresce após o período de cultivo (capoeira) é cortada, seca e queimada (SÁ et al., 2007).

As ocorrências de fogo na vegetação são disponibilizadas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Banco de Dados de Queimadas), que faz o monitoramento operacional de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites. Em Tracuateua foram detectados 264 focos de queimada entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 2015. Na escala dividida em cinco níveis de risco, do mínimo ao crítico, 260 focos foram de risco crítico (Figura 12). Tracuateua ficou na 5ª posição entre os treze municípios da microrregião bragantina: abaixo de Bragança (992), Augusto Correa (310), Bonito (279) e Capanema (277).

Figura 12- Ocorrência de queimadas em Tracuateua.



264 Focos, entre 00:00:00 de 01-01-2015 e 23:59:59 de 31-12-2015 GMT

As imagens MODIS/Rapid Response são cortesia do MODIS Rapid Response Team - NASA GSFC.

Em 22/agosto/2011, O CPTEC/INPE mudou o satélite de referência para contabilização das queimadas para o AQUA-UMD – Tarde.

Legenda:

- | | | | | |
|----------------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| ● = NOAA-15; | ◆ = NOAA-15D; | ● = NOAA-12; | ● = NOAA-12D; | ◆ = NOAA-14; |
| ● = NOAA-16; | ◆ = NOAA-16N; | ◆ = NOAA-17; | ◆ = NOAA-18D; | ◆ = NOAA-18; |
| ● = NOAA-19D; | ● = GOES-08; | ◆ = GOES-10; | ● = GOES-12; | ◆ = GOES-13; |
| ◆ = AQUA-T; | ● = AQUA-M; | ● = TERRA-T; | ● = TERRA-M; | ◆ = METEOSAT-02; |
| ● = AQUA_M-M; | ● = AQUA_M-T; | ● = TERRA_M-M; | ● = TERRA_M-T; | ● = AQUA-MEX; |
| ● = TERRA-MEX; | ● = ATSR; | ◆ = TRMM; | ◆ = NPP; | ◆ = NPP_375; |



= Sede Município de Tracuateua-PA

Fonte: INPE- Banco de Dados de Queimadas (2015).

Houveram 10 problemas não comuns às duas áreas citados pelos moradores: degradação dos campos naturais, obras hídricas inadequadas (tubulação) e caça e pesca predatórias – na área rural; poluição do ar, esgotamento sanitário inadequado, falta e desperdício de água para consumo, criação de gado em área urbana e contaminação da água pelo cemitério (necrochorume) – na área urbana.

Essa divergência nos problemas detectados é explicada por Hoeffel et al. (2008), os quais destacam que os problemas não comuns às duas áreas e também a diferença nos resultados dos principais problemas enfrentados, refletem o reconhecimento de distintas abordagens sobre o mundo natural, estruturadas a partir de diferentes referenciais, que se tornam extremamente relevantes na resolução de conflitos, na elaboração de diagnósticos, planejamentos e programas de educação ambiental que estimulem a participação equitativa de todos os agentes sociais.

Para Menezes e Bertossi (2011) os problemas ambientais observados são importantes também para conhecer as características e a percepção ambiental de parte da população, além de registrar a instantaneidade de uma opinião coletiva, subsidiando na elaboração de propostas e projetos de educação ambiental e de recuperação dos recursos naturais do município. Planejar ações a partir da percepção que o homem tem de seu meio pode fornecer aos órgãos dirigentes orientações mais adequadas para as decisões em nível político, socioeconômico e de desenvolvimento (RODRIGUES et al., 2012).

Para Leite e Andrade (2007), esta medida possibilita atuar junto à comunidade, proporcionando a oportunidade de fortalecer o contato com a questão ambiental, participando desde a construção e transmissão do conhecimento ecológico até a elaboração de opiniões pessoais sobre temas discutidos, para a realização de projetos ambientais que visam a melhoria da qualidade de vida desta comunidade.

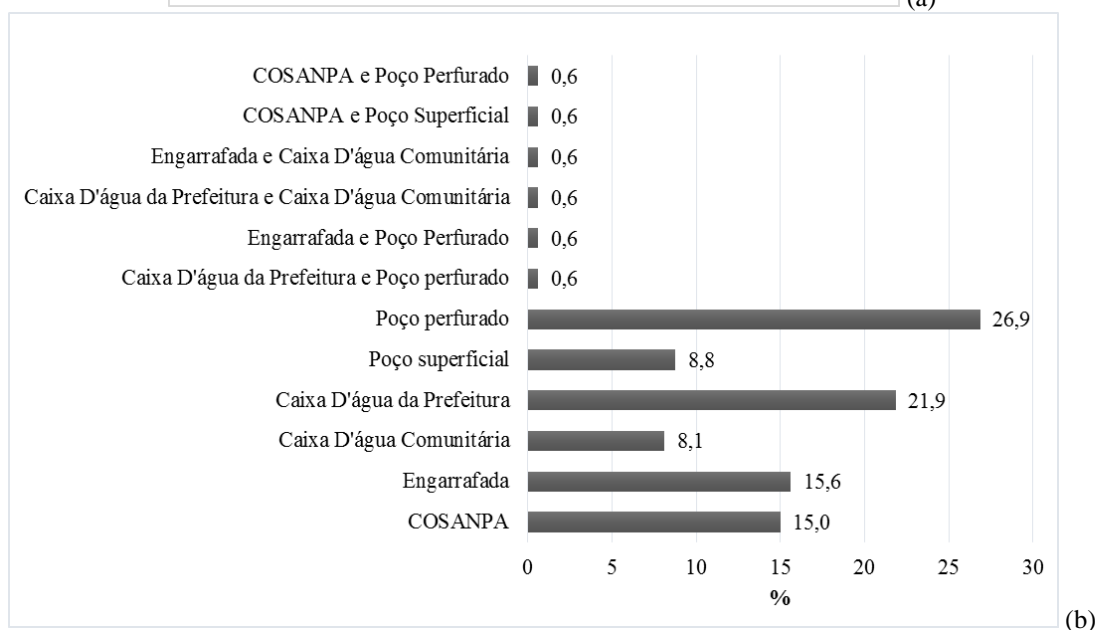
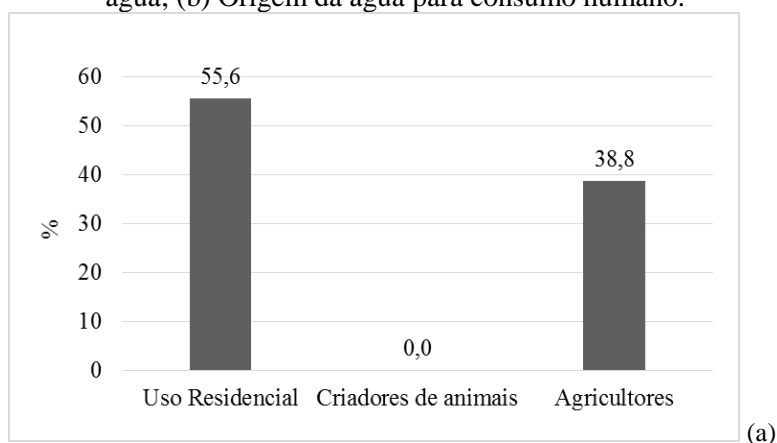
5.2 Avaliação dos usos múltiplos das águas

5.2.1 Abastecimento de água para consumo humano

A Figura 13a ilustra que 55,6% dos usuários residenciais passam por problemas de falta de água, associada principalmente, pelos usuários do Bairro Nova Esperança, à quantidade e horários de fornecimento pelos sistemas de abastecimento mantidos pela Prefeitura no referido bairro. Os agricultores (38,8%) relataram problemas de falta de água

para as atividades econômicas no período menos chuvoso. Os criadores de animais relataram não terem ocorrências de falta de água.

Figura 13- Indicadores das condições de uso da água: (a) Ocorrência de problemas de falta de água; (b) Origem da água para consumo humano.



Fonte: Pesquisa de campo.

O resultado da pesquisa (Figura 13b) mostra que a maioria dos entrevistados (26,9%), semelhante aos dados do IBGE (Tabela 4), consomem água de poços perfurados (ou tubulares), comumente chamados de artesianos. Segundo a maioria desse grupo entrevistado, o uso dos poços perfurados é uma medida para resolver o problema de falta de abastecimento, que ocorre principalmente no segundo semestre (período menos chuvoso), ou da qualidade da água. Conforme os relatos, há indicação de que os usuários acreditam, erroneamente, que a água subterrânea está livre de contaminação, de que é uma fonte confiável de abastecimento para o consumo humano, denotando que os usuários relacionam somente as características organolépticas da água com riscos à saúde.

Tabela 4- Perfil do abastecimento de água em domicílios particulares de Tracuateua.

Forma de abastecimento	Quantidade de domicílios
Rede geral	1.683
Poço ou nascente na propriedade	3.109
Água da chuva armazenada em cisterna	2
Rio, açude, lago ou igarapé	116

Fonte: IBGE (2010)

Outra situação é o problema frequente de falta de água pelos usuários dos sistemas de abastecimento público, o que explica a opção por poços em suas residências. A adoção das Caixas d'água da Prefeitura (21,9%) é explicada pelo fato de a maior parte dos usuários residenciais entrevistados serem moradores do Bairro Nova Esperança onde tem a maior concentração populacional do município, havendo 5 (cinco) fontes de abastecimento – três da Prefeitura e duas comunitárias.

Os 15,6% que utilizam água envasada (mineral) justificaram a escolha devido considerar a água do Abastecimento Público imprópria para o consumo humano ou para evitar doenças nas crianças. Há moradores (2,5% dos usuários residenciais) que possuem dois sistemas de abastecimento para garantir a disponibilidade de água (Figura 13b).

Os usuários da COSANPA e os agricultores sofrem com o problema nos meses menos chuvosos (setembro, outubro, novembro e dezembro) quando baixa o nível do lençol de água dos poços da COSANPA e dos igarapés (Figuras 14 a 16). Alguns dos entrevistados, que tiveram problemas de falta de água, responderam ter resolvido a situação quando instalaram poço artesiano na propriedade, ou quando o fornecimento passou a vir das caixas d'água comunitárias. Os criadores de animais relataram não terem problemas de falta de água.

Ao construir escolas na área rural, a Prefeitura disponibiliza o abastecimento de água para os moradores próximos a partir de caixa d'água instaladas nessas escolas; é o caso das comunidades do Caranã, de São Mateus e da Ilha dos Pintos (Figura 14). Representantes políticos (vereadores e deputados) também ajudaram a instalar caixas d'água para atender moradores das áreas urbanas e rurais (Figura 16), as quais são mantidas pelos usuários locais (limpeza, consertos e pagamento do consumo de energia elétrica). É o caso das comunidades de Santa Maria, da Mangueira, da Areia Branca, do Lago do Caranã, da Rua Portelinha no Bairro Nazaré, do Bairro Cajual e da residência do Cebola no Bairro Nova Esperança.

Figura 14- Aproveitamento de água a partir de poços mantidos pela Prefeitura na área rural: (a) Caixa d'água na comunidade do Caranã, 2 caixas de 5 mil litros cada, abastecem aproximadamente 100 casas da parte central da comunidade, profundidade de 19m; (b) Caixa d'água na Comunidade Ilha dos Pintos, sem estimativa do quantitativo de casas abastecidas, profundidade de 12m; (c) e (d) Caixa d'água na Comunidade de São Mateus, de 10 mil litros, abastece 22 casas, profundidade de 30m.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Pesquisa de campo.

Figura 15- Aproveitamento de água a partir de poços mantidos pela Prefeitura na área urbana: (a) Caixa d'água no Bairro Nova Esperança, profundidade de 60m; (b) Caixa d'água da invasão do Hospital Municipal, profundidade de 62m; (c) Caixa d'água no Bairro Nova Esperança, profundidade de 55m; (d) Caixa d'água no Bairro Nova Esperança, três caixas de 20 mil litros cada, liberadas para os usuários duas vezes por dia, durante 40 minutos, profundidade de 30m.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Pesquisa de campo.

Figura 16- Aproveitamento de água a partir de poços mantidos pela comunidade local: (a) Caixa d'água na Comunidade de Santa Maria. 15 mil litros, abastece aproximadamente 200 casas, profundidade de 14m; (b) Caixa d'água na Comunidade da Mangueira, abastece 14 residências, profundidade de 30m; (c) Caixa d'água na comunidade do Lago do Caranã (3 mil litros), abastece 12 casas, a bomba é ligada 3 vezes por dia, profundidade de 18m; (d) e (e) Caixas d'água na comunidade da Areia Branca, uma caixa de 5 mil litros e outra de 3 mil litros, abastecem aproximadamente 100 casas, profundidade de 24 metros cada um dos poços; (f) Caixa d'água na Rua Portelinha, 2 mil litros, abastece aproximadamente 24 casas, a bomba é ligada até 5 vezes por dia.

(continua)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

(g) Caixa d'água do Bairro Cajual, 5 mil litros, abastece mais de 30 residências; (h), (i) e (j) Sistema de Abastecimento no Bairro Nova Esperança, não há caixa d'água; (k) e (l) Caixa d'água no Bairro Nova Esperança; abastecimento cedido gratuitamente pelo proprietário de uma mercearia.

(conclusão)



(g)



(h)



(i)



(j)



(k)

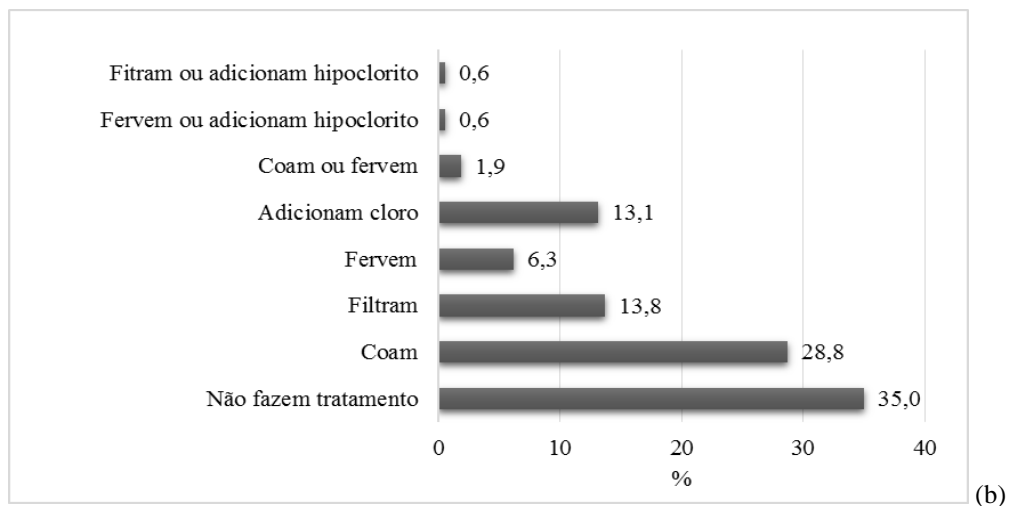
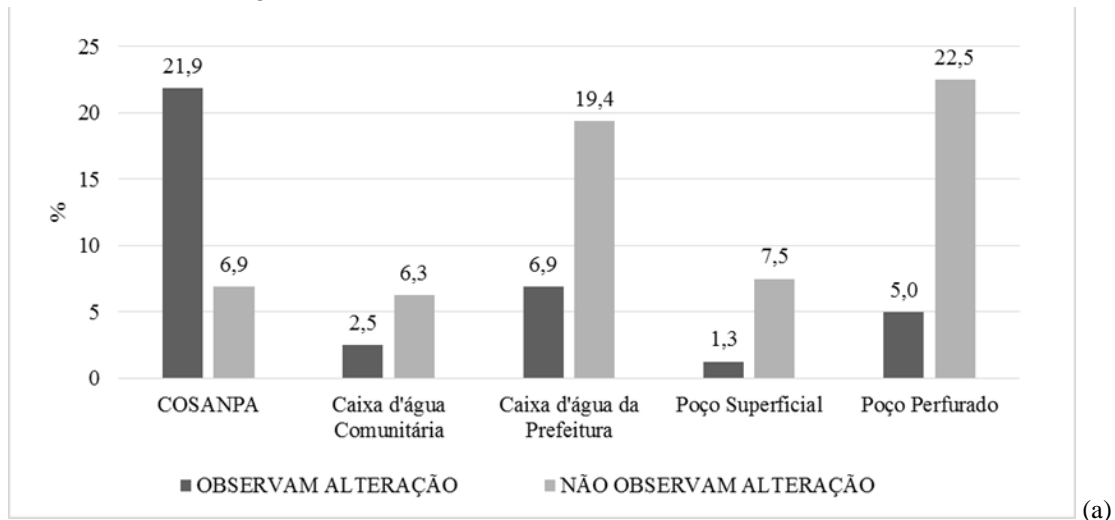


(l)

Fonte: Pesquisa de campo.

Com relação a percepção da qualidade da água, a Figura 17a indica que a maioria (62,4%) não observam alteração nas características. Dos 37,6% que observam, a maior parte são usuários da COSANPA (21,9%), e os de poços citaram observação de cor amarelada da água em certos períodos do ano, também percebido por usuários dos sistemas de abastecimento da Prefeitura e Comunitários, exceto os moradores da “invasão do Hospital” que reclamaram ter problema o ano todo, citando alteração da cor da água e presença de sujeiras, mas somente 75% se preocupam com a qualidade da água e fazem algum tipo de tratamento (Figura 17b).

Figura 17- (a) Estado percebido da qualidade das águas pelos usuários residenciais e sua relação com a origem do fornecimento; (b) Formas de tratamento adotadas.

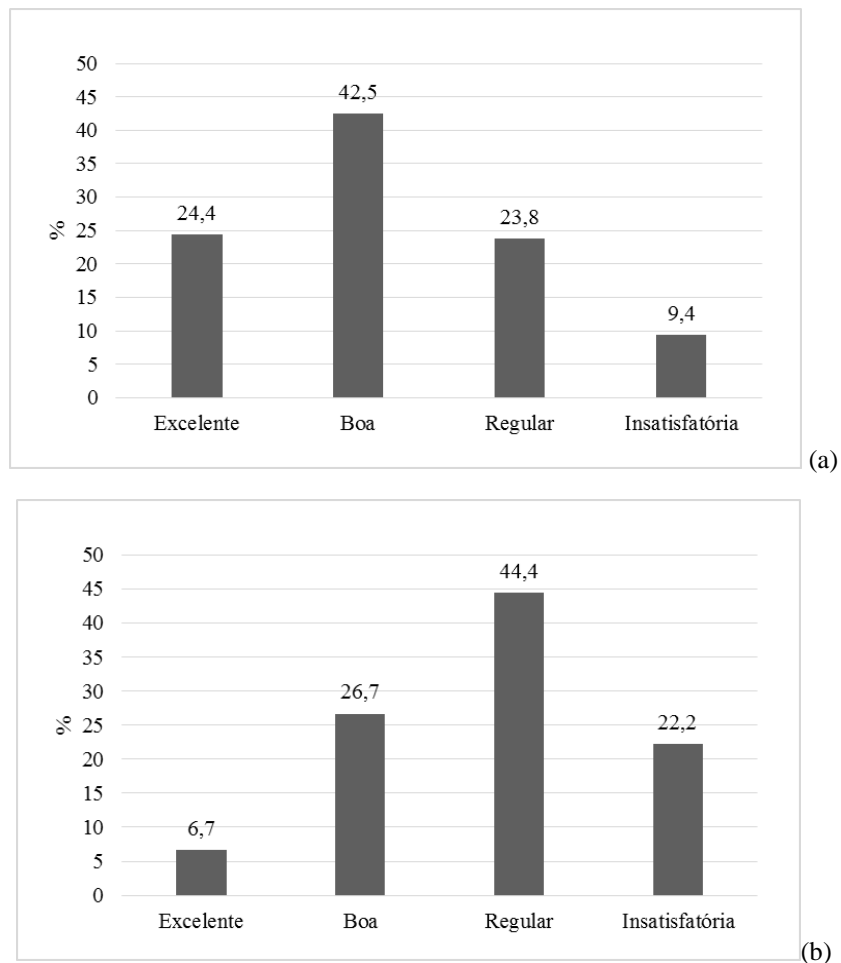


Fonte: Pesquisa de campo.

Devido à cultura, facilidade e baixo custo de aplicação, a maioria (28,8%) afirmou apenas coar (passar pelo pano) a água; 13,8% utilizam filtro; 13,1% adicionam hipoclorito; e os 6,3% que fervem a água antes de consumir, adotam esta forma de tratamento porque tem crianças na casa. Por isso, Oliveira et al. (2015), Doria (2010) e Barcellos et al. (2006) recomendam tratamento da água com filtro, fervura, adição de hipoclorito de sódio ou pastilhas de cloro, inclusive de águas subterrâneas ou sub-superficiais, mesmo em locais onde não há alta ocupação humana, para redução de riscos de contaminação microbiológica.

Sobre a percepção da qualidade da água para consumo e higiene, a maior parte dos usuários residenciais a avaliou como BOA (42,5%) e EXCELENTE (24,4%) (Figura 18a). No entanto, ao considerar somente a avaliação dos usuários da COSANPA, a maioria avalia como REGULAR (44,4%) e 22,7% a consideram INSATISFATÓRIA para o consumo (Figura 18b).

Figura 18- Indicadores percebidos no estado de qualidade das águas: (a) Geral, no uso residencial; (b) Apenas pelos usuários da COSANPA.



Fonte: Pesquisa de campo.

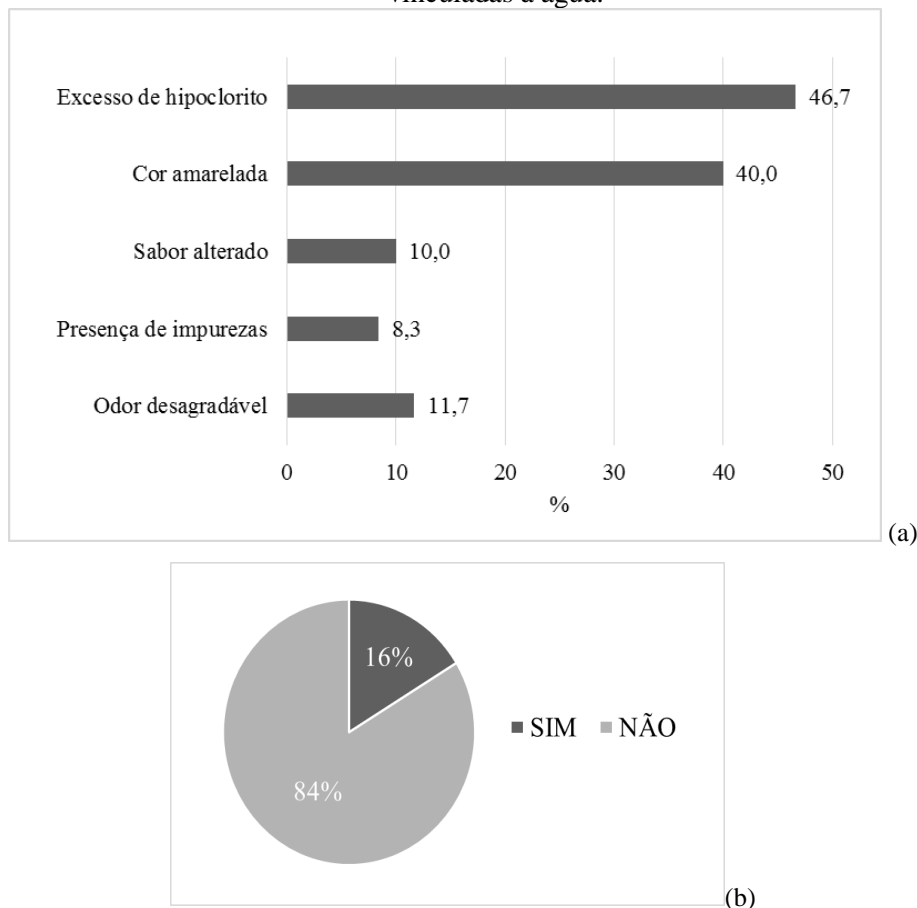
Dos 42,5% dos usuários residenciais que avaliaram a qualidade da água como boa, alguns relataram que, embora nunca tenham observado alteração, não a avaliam como excelente por não terem conhecimento se está dentro do padrão de potabilidade. Mesmo considerando a água com aspecto normal, observou-se desconfiança quanto à potabilidade sob o aspecto bacteriológico, devido aos que responderam considerar a água boa em vez de ótima.

Percebe-se também que alguns dos entrevistados conhecem os resultados das análises bacteriológicas da água da COSANPA e de alguns poços artesanais domiciliares. No entanto, 35% dos usuários residenciais declararam beber a água diretamente da fonte, sem tratá-la.

Os entrevistados citaram apenas as características físicas (cor, odor, sabor e material em suspensão) como critérios para avaliar a qualidade da água (Figura 19a). As maiores observações foram excesso de hipoclorito (46,7%) pelos usuários da COSANPA, e cor amarelada (40%). Outras características apontadas foram odor desagradável (11,7%), sabor alterado (10%) e sujeiras (8,3%).

A ocorrência de doença associada ao uso da água só foi declarada por 16% dos usuários (Figura 19b). Estes podem estar vulneráveis à alguma enfermidade em consequência das condições da falta de água e/ou saneamento local.

Figura 19- Indicadores percebidos no estado de qualidade das águas: (a) Tipos de alterações qualitativas observadas; (b) Associação entre a qualidade das águas e ocorrências de doenças vinculadas à água.



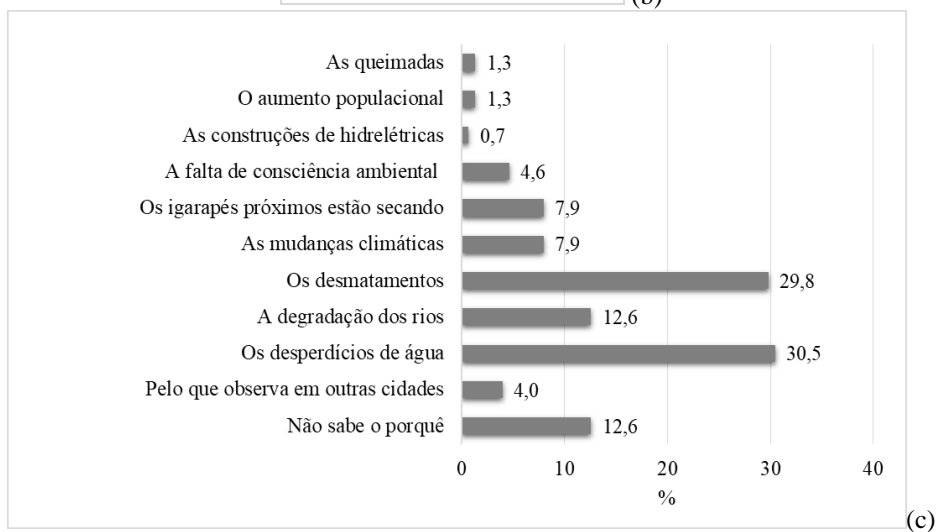
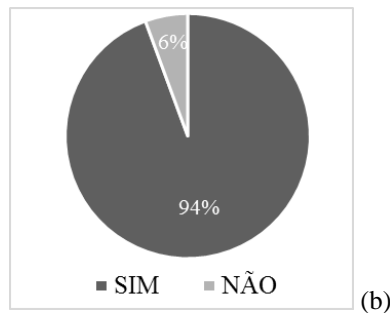
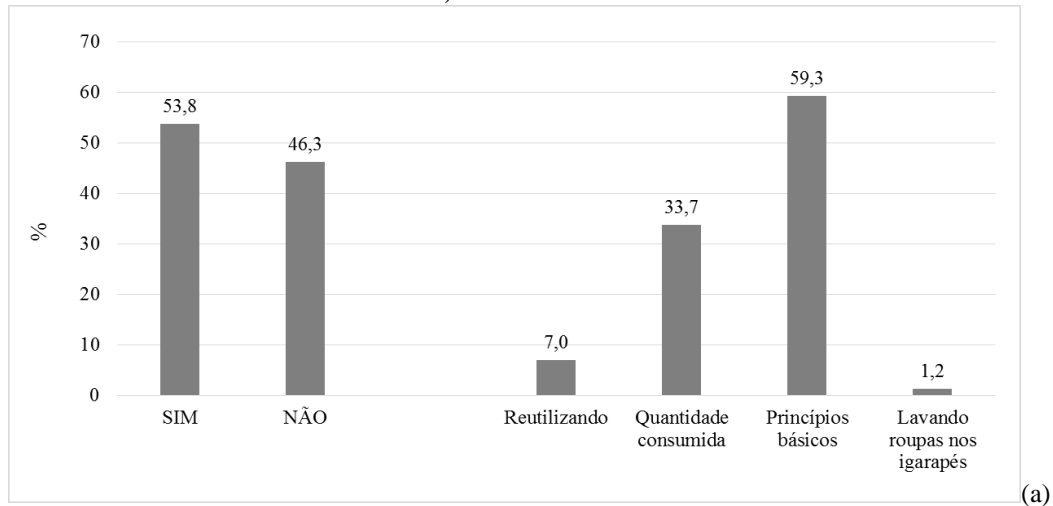
Fonte: Pesquisa de campo.

Segundo Barcellos et al. (2006) e Doria (2010), os parâmetros físicos são considerados pela população como os mais importantes para avaliar a qualidade da água de consumo, satisfação do serviço, disposição a pagar e à seleção de fontes de água.

Sobre economia no consumo de água, cerca de 54% dos usuários residenciais afirmaram adotar alguma medida para evitar o desperdício (Figura 20a). Os princípios básicos (não deixar torneira aberta ao escovar os dentes, fechar o chuveiro na hora em que está usando o xampu ou sabonete, evitar vazamentos) foram os mais citados como medida de economia (59,3%).

Os que responderam economizar na quantidade consumida (33,7%), utilizam água dos sistemas públicos de abastecimento, principalmente os moradores do Bairro Nova Esperança, que dependem dos horários de fornecimento (apenas duas vezes por dia). Somente 7% responderam reutilizar a água para molhar as plantas ou em nova lavagem.

Figura 20- (a) Adoção de medidas de economia de água; (b) Percepção futura dos problemas associados aos recursos hídricos; (c) Principais impactos observados, com consequências (diretas e indiretas) nos recursos hídricos.

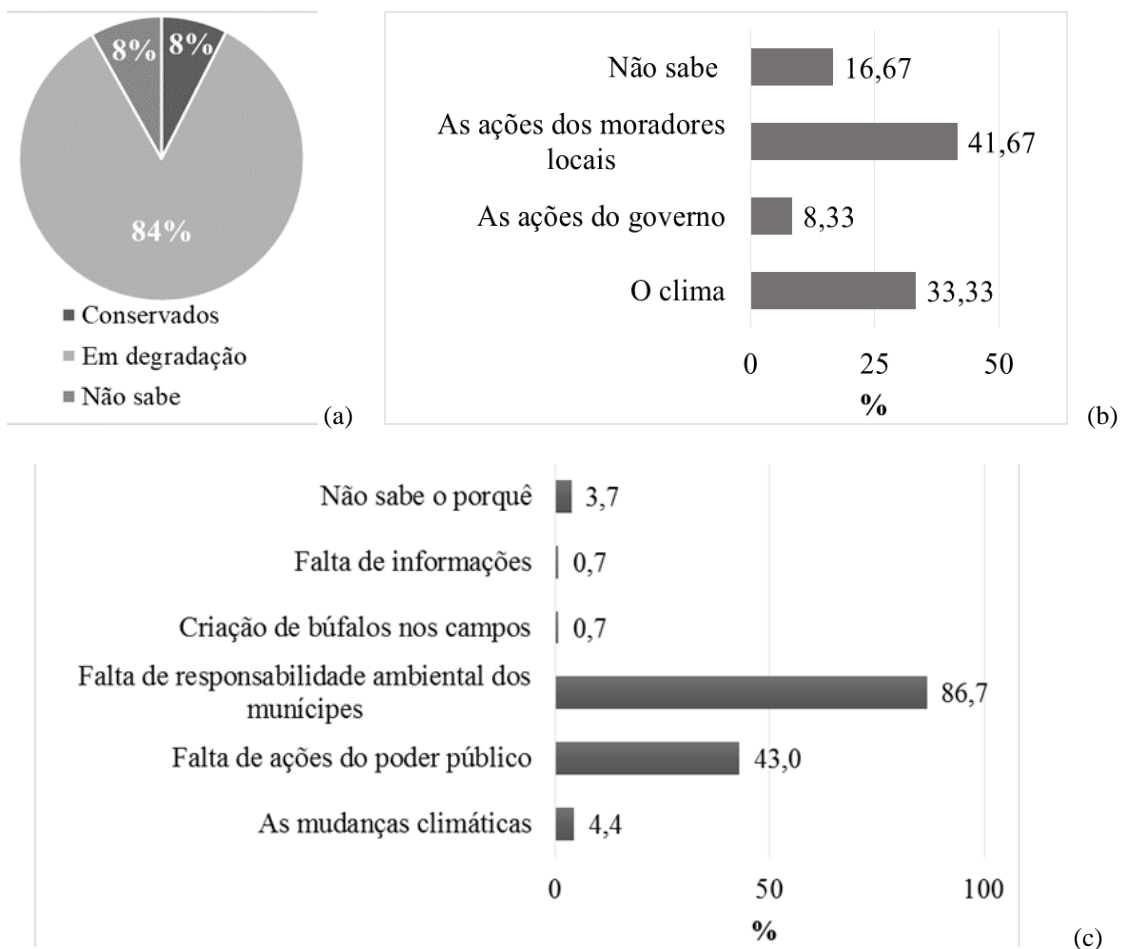


Fonte: Pesquisa de campo.

Apesar de 46,3% responderem não adotar medidas de economia, 94% dos usuários residenciais acreditam que teremos escassez de água daqui a alguns anos no município (Figura 20b), associando principalmente à ocorrência de desperdício de água (30,5%) em razão da falta de consumo consciente por várias pessoas, e ao desmatamento (29,8%). A degradação dos rios do município (12,6%) também foi relacionada como agravante para o risco de falta de água; 7,9% apontaram as mudanças climáticas e 12,6% não souberam dizer o porquê de acreditarem na possibilidade de crise hídrica em Tracuateua (Figura 20c).

Em relação à percepção do estado de conservação/degradação do rio Tracuateua, 84% dos usuários residenciais analisaram o rio como em degradação. Destes, 86,7% atribuíram a culpa à falta de responsabilidade ambiental dos munícipes e 43% à falta de ações do poder público municipal para a conservação dos recursos hídricos (Figura 21).

Figura 21- (a) Percepção sobre o estado de conservação/degradação do rio Tracuateua pelos usuários residenciais; (b) Da responsabilidade sobre o grau de conservação da bacia hidrográfica; (c) Das causas da degradação.



Fonte: pesquisa de campo.

Apenas 8% consideram o rio Tracuateua ainda conservado. Destes, 41,7% acreditam ser devido aos cuidados dos moradores do entorno do rio e 33,3% consideram ser favorecido pelas chuvas, resultado semelhante ao da pesquisa realizada por Hoeffel et al. (2008) na região bragantina de São Paulo, na qual mostrou um número significativo de entrevistados que consideram o local onde vivem não conservado, possuem certa preocupação ambiental e conseguem identificar causas dos problemas ambientais.

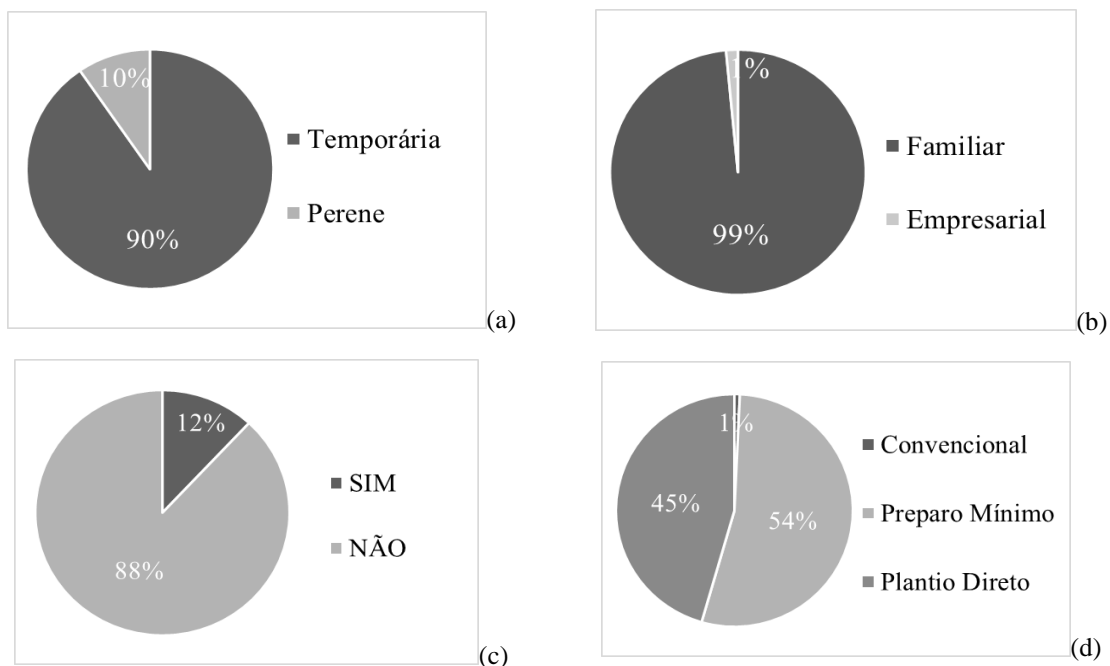
A maior parte também afirmou não contribuir para a solução dos problemas ambientais onde moram e não ter envolvimento com instituições que têm atuação na área ambiental, caso semelhante ao resultado em Tracuateua.

5.2.2 Consumo de água na agricultura e criação de animais

No levantamento do tipo de cultura dos agricultores (Figura 22), 90% tem como atividade a agricultura temporária e 10% cultivam a perene. A finalidade da atividade agrícola mostra que a maioria (99%) é a agricultura familiar; desse grupo, 39% tem fins de subsistência.

A rotação de culturas é pouco praticada na área pesquisada: apenas 12% responderam utilizar esta técnica. As formas de manejo do solo para receber o próximo cultivo ficaram divididas entre preparo mínimo (54%), plantio direto (45%) e preparo convencional (1%).

Figura 22- (a) Tipo de cultura; (b) Finalidade da agricultura; (c) Utilização da Técnica de Rotação de cultura; (d) Formas de manejo.



Fonte: pesquisa de campo.

Conforme a figura 23a, a maioria dos agricultores (93%), não utilizam agroquímicos, ou seja, adotam a agricultura orgânica como forma de produção, o que demonstra viabilidade de inserção de técnicas para implementação do manejo sustentável do solo.

Apenas 25,4% dos agricultores pesquisados reclamaram ter, esporadicamente, ocorrência de pragas nas áreas cultivadas (figura 23b), mais frequentemente no feijão, pelas lagartas (64,7%) e, em geral, pelos gafanhotos (20,6%), seguido pelo pulgão (14,7%) e saúva (8,8%), aplicando principalmente técnicas manuais e simpatias para combatê-los.

A Instrução Normativa 007/99, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em seu item 1.1, considera sistema orgânico de produção aquele em que se adota tecnologias que otimizem o uso dos recursos naturais e socioeconômicos, tendo por objetivo a autossustentação, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não-renováveis e eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados/transgênicos ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo.

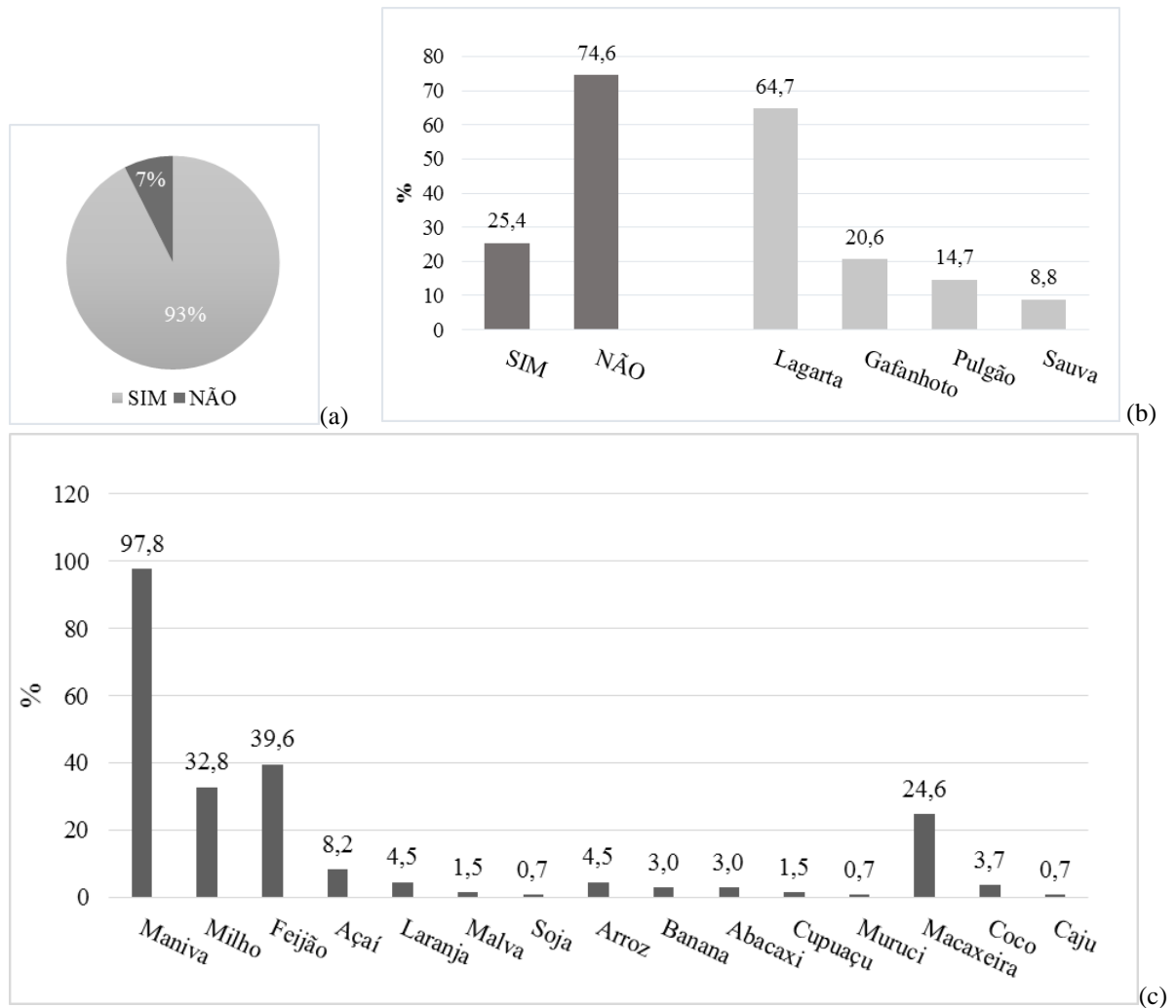
O plantio convencional, pouco utilizado na área de estudo, consiste no revolvimento de camadas superficiais, incorporação de corretivos e fertilizantes. Por outro lado, o plantio direto na palha, bastante utilizado pelo grupo pesquisado, devido principalmente à falta de maquinário agrícola, dispensa as atividades de movimento do solo, semeando-se nele diretamente, sem aração ou gradagem, fazendo apenas um pequeno sulco para comportar a semente. Após a colheita, os restos da cultura são roçados, permanecendo no solo. (PATERNIANI, 2001).

Alguns dos entrevistados fazem o plantio, esporadicamente, após o processo de corte-e-queima, sistema utilizado no manejo tradicional. O preparo (ou cultivo) mínimo consiste apenas no revolvimento mínimo da terra antes do próximo plantio, com escarificações e gradagens leves, sem outras técnicas de melhoramento (LLANILLO et al, 2013).

O cultivo consorciado, em que consiste no plantio de duas ou mais culturas temporárias em uma mesma área, como por exemplo, mandioca e macaxeira, mandioca e feijão, feijão e milho, é bastante utilizado na agricultura das famílias pesquisadas, o que ajuda a diversificar os produtos alimentícios (ALVES; SILVA, 2003).

A adubação feita pelos agricultores familiares pesquisados é feita com a aplicação local de esterco e urina de gado para a fertilização do solo, conhecido como sistema de parcagem, em que determinado número de animais ficam confinados durante a noite ou alguns dias numa área reduzida, selecionada previamente para cultivo de mandioca (ALVES; MODESTO JUNIOR, 2013).

Figura 23- (a) Atuação com a agricultura orgânica; (b) Problemas com a ocorrência de pragas; (c) Cultura adotada.



Fonte: pesquisa de campo.

Os principais produtos cultivados pelos agricultores do grupo pesquisado são a mandioca (97,8%), alimento presente em todo o Estado do Pará, seguido pelo feijão (39,6%), milho (32,8%) e a macaxeira (24,6%), sendo o feijão-caupi um dos principais tipos de feijão plantado em Tracuateua. Como frutíferas, destaca-se o açaí (8,2%) seguido pela laranja (4,5%), coco (3,7%) e, em igual proporção, banana e abacaxi (3,0%). A monocultura é praticada por 75% dos agricultores.

O destaque da cultura da mandioca está relacionado ao hábito alimentar, explorada, principalmente, por agricultores familiares, contribuindo para o Pará liderar a produção nacional de raiz de mandioca em que 93% vem da agricultura familiar. O Estado é responsável pela produção de quase 20% da mandioca que é consumida em todos o país (MDA, 2016).

A Tabela 5 ilustra a produção de Tracuateua, segundo o IBGE.

Tabela 5- Produção agrícola em Tracuateua.

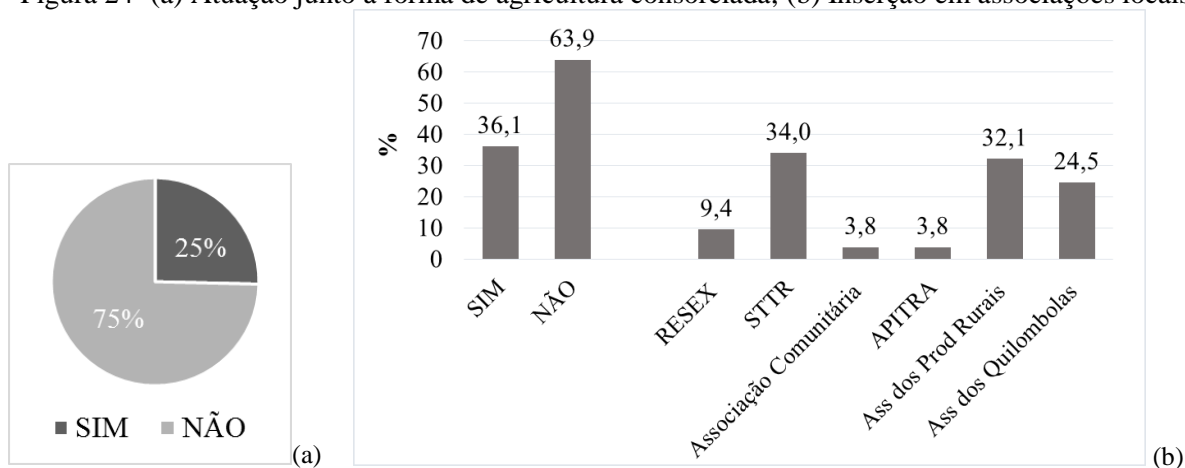
Produto	IBGE		SAGRI/PA	
	Quantidade	Área Plantada	Quantidade	Área Plantada
Mandioca	46.000 toneladas	2.500 hectares	28.700 toneladas	2.050 hectares
Milho	72 toneladas	90 hectares	360 toneladas	600 hectares
Soja	228 toneladas	100 hectares	-	-
Feijão	1.800 toneladas	2.000 hectares	2.240 toneladas	2.800 hectares
Açaí	8 toneladas*	-	-	-
Abacaxi	93 mil unidades	12 hectares	93 mil unidades	12 hectares
Laranja	350 toneladas	50 hectares	350 toneladas	-
Coco-da-baía	1.300 mil unidades	500 hectares	5.428 mil unidades	835 hectares
Bubalinos	1.056 cabeças	-	993 cabeças	-
Bovinos	11.323 cabeças	-	11.169 cabeças	-
Peixes: tambacu, tambatinga	1.500 quilogramas	-	-	-
Peixes: traíra, trairão	150 quilogramas	-	-	-
Carvão vegetal	64 toneladas*	-	-	-
Lenha	17.200 toneladas*	-	-	-

Fonte: IBGE (2014); SAGRI (2012). *Dados de 2012.

A preferência dos agricultores por culturas anuais e espécies frutíferas deve estar relacionada à segurança alimentar e às demandas do mercado local. A mandioca ajuda na alimentação da família e no orçamento familiar e, juntamente com o feijão, são destinados ao consumo familiar, e o excedente destinado ao mercado interno estadual (VIEIRA et al., 2007).

Quanto à participação em associações ou sindicatos (Figura 24) que os representem, apenas 36,1% afirmaram participação. Destes, 34,9% são filiados ao STTR, 32,1% são de Associação de Produtores Rurais de suas comunidades, 24,5% da Associação Remanescentes de Quilombolas e 9,4% são cadastrados na Reserva Extrativista Marinha do município.

Figura 24- (a) Atuação junto à forma de agricultura consorciada; (b) Inserção em associações locais.

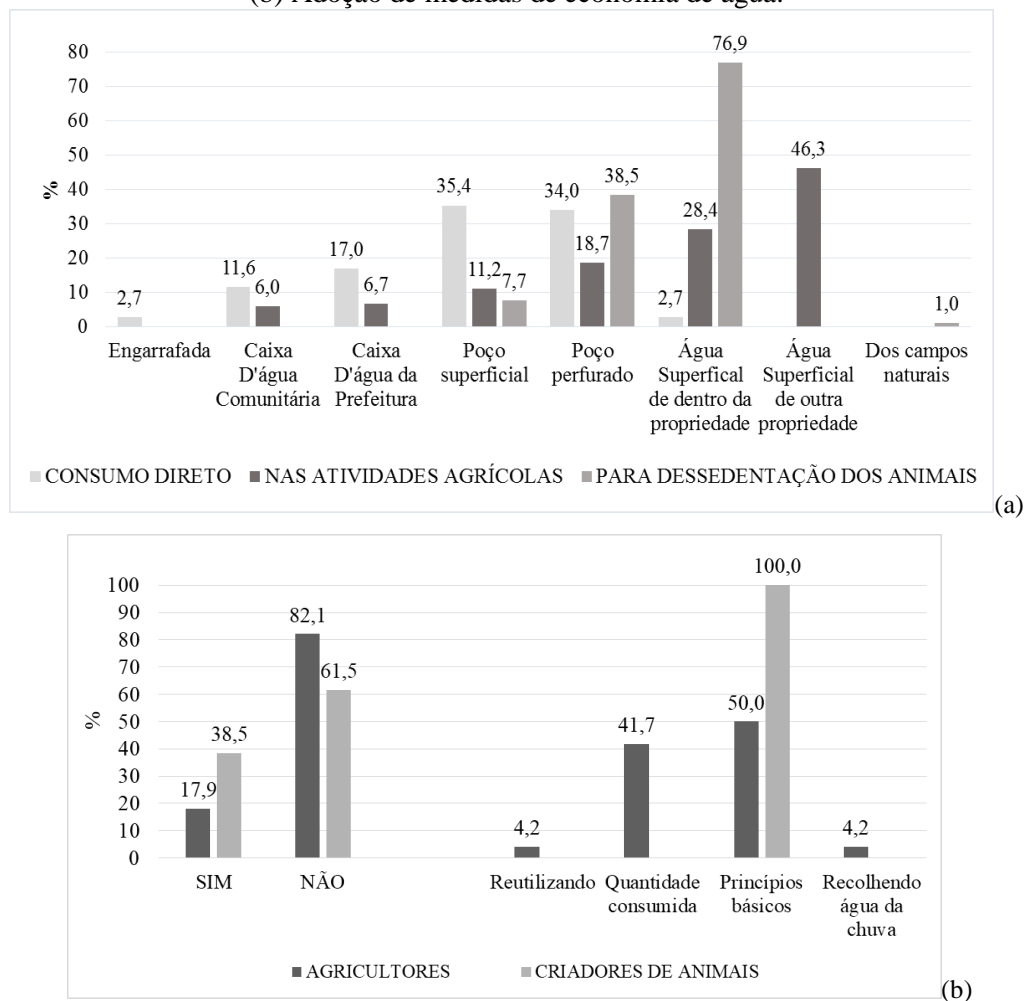


Fonte: pesquisa de campo.

Grande parte do grupo pesquisado na área rural (agricultores e criadores de animais), utiliza, para beber e cozinhar, água de poço superficial (35,4%) ou de poço perfurado (34%). Apenas 2,7% utilizam água envasada. Os criadores de animais (76,9%) utilizam as nascentes ou cursos d'água de dentro de suas propriedades para dessedentação dos bovinos; 38,5% precisam utilizar água de poço artesiano e 7,7% de poço boca-aberta para encher os bebedouros dos animais quando as fontes secam no período menos chuvoso. E 1% afirmou que seus animais bebem da água que é drenada dos rios para os campos naturais (Figura 25).

Os agricultores e criadores de animais pesquisados não costumam praticar medidas de economia de água. Dos 38,5% de criadores de animais que afirmaram economizar água, todos adotam apenas os princípios básicos de consumo consciente na hora da higiene pessoal. Quanto aos agricultores, apenas 17,9% responderam economizar água, adotando apenas os princípios básicos de economia (50%) e regulando a quantidade consumida (41,7%).

Figura 25- (a) Origem da água utilizada – consumo direto, na agricultura e criação de animais; (b) Adoção de medidas de economia de água.

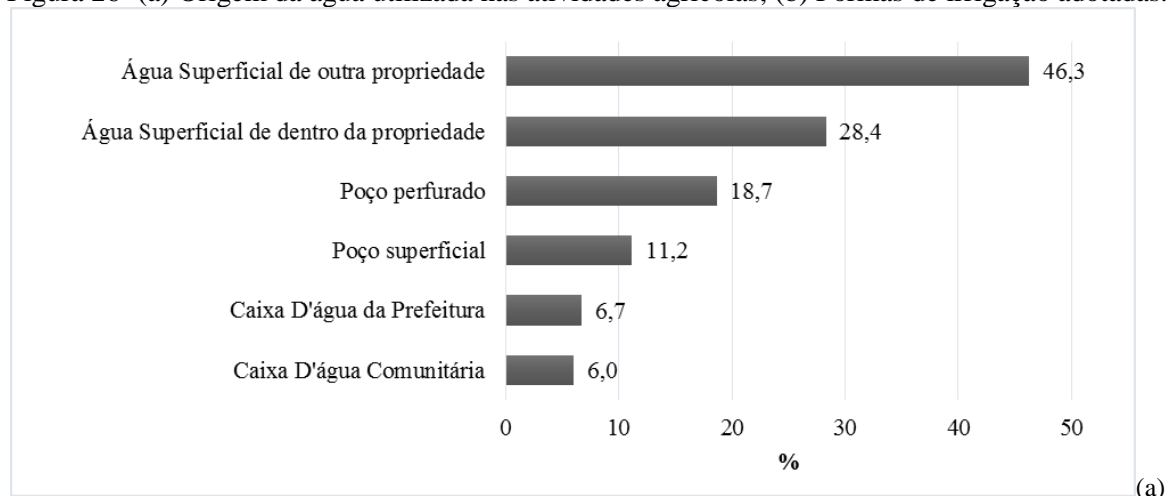


Fonte: Pesquisa de campo.

Para as atividades agrícolas, principalmente para a maceração das raízes de mandioca (repouso que ajuda no processo de descascamento), os agricultores utilizam os igarapés de outras propriedades (46,3%) ou de dentro da própria propriedade (28,4%). Alguns dos agricultores que possuem tanques para esta etapa da fabricação de farinha de mandioca, utilizam água de poço perfurado (18,7%), poço superficial (11,2%) e de sistemas públicos (6,7%) e comunitários (6,0%) de abastecimento (Figura 26a).

A água do período chuvoso é suficiente para manter a cultura dos agricultores durante todo o ano, motivo pelo qual 93% deles responderem não utilizar nenhum método de irrigação, provavelmente por morarem em área próximos a cursos d'água onde o solo permanece úmido garantindo o desenvolvimento das plantas nos meses sem chuva. Os agricultores que moram em áreas mais afastadas dos rios ou os que cultivam espécies frutíferas precisam aguardar as plantas utilizando o método de irrigação por aspersão (6%) feito pela maioria com baldes; 1% utilizam a irrigação localizada através de tubos finos com furos colocados na superfície do solo (Figura 26b).

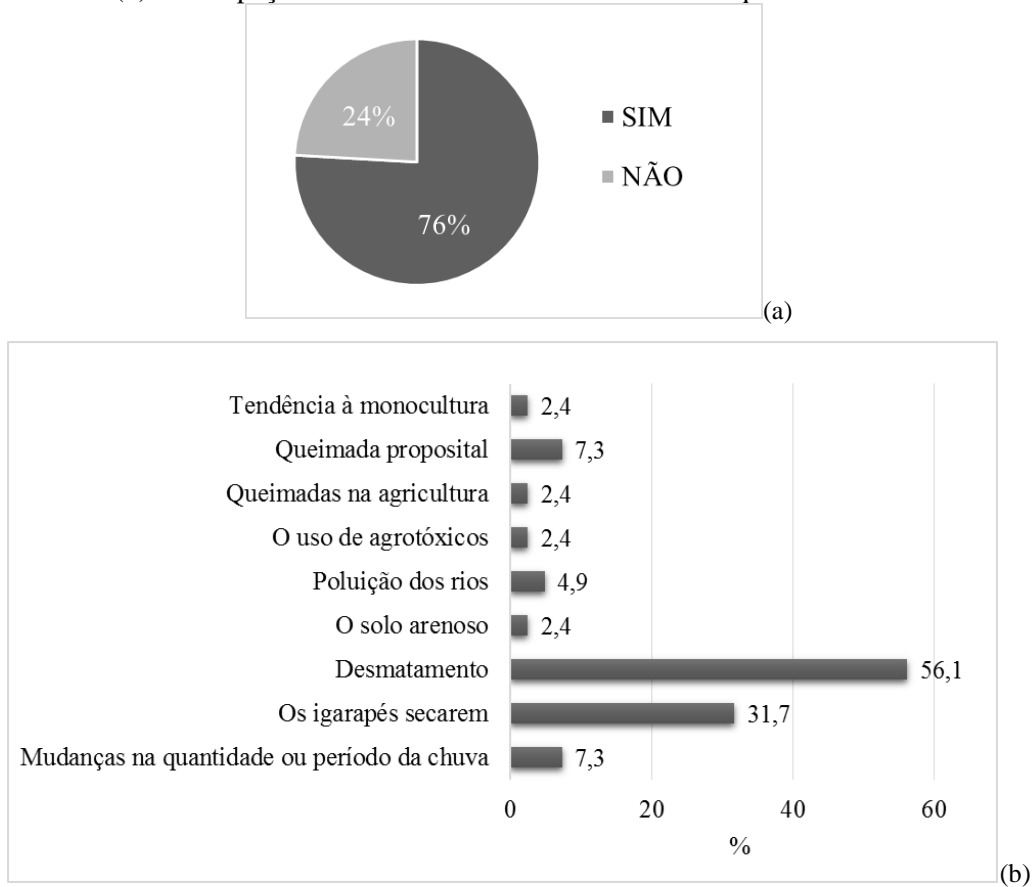
Figura 26- (a) Origem da água utilizada nas atividades agrícolas; (b) Formas de irrigação adotadas.



Fonte: pesquisa de campo.

Os moradores da área rural (76%) percebem que a quantidade de água dos rios tem diminuído com o passar dos anos, o que explica as pessoas pesquisadas na área rural mostrarem preocupação gerada pelo aumento do desmatamento (56,1%) e pela possibilidade de os igarapés secarem (31,7%) como fatores de riscos para suas atividades econômicas. Em igual proporção (7,3%) está a preocupação com as queimadas e com as mudanças na quantidade e período de chuvas (Figura 27).

Figura 27- (a) Percepção de problemas quantitativos de água nos cursos d'água locais;
(b) Preocupação ambiental considerando a atividade que desenvolve.



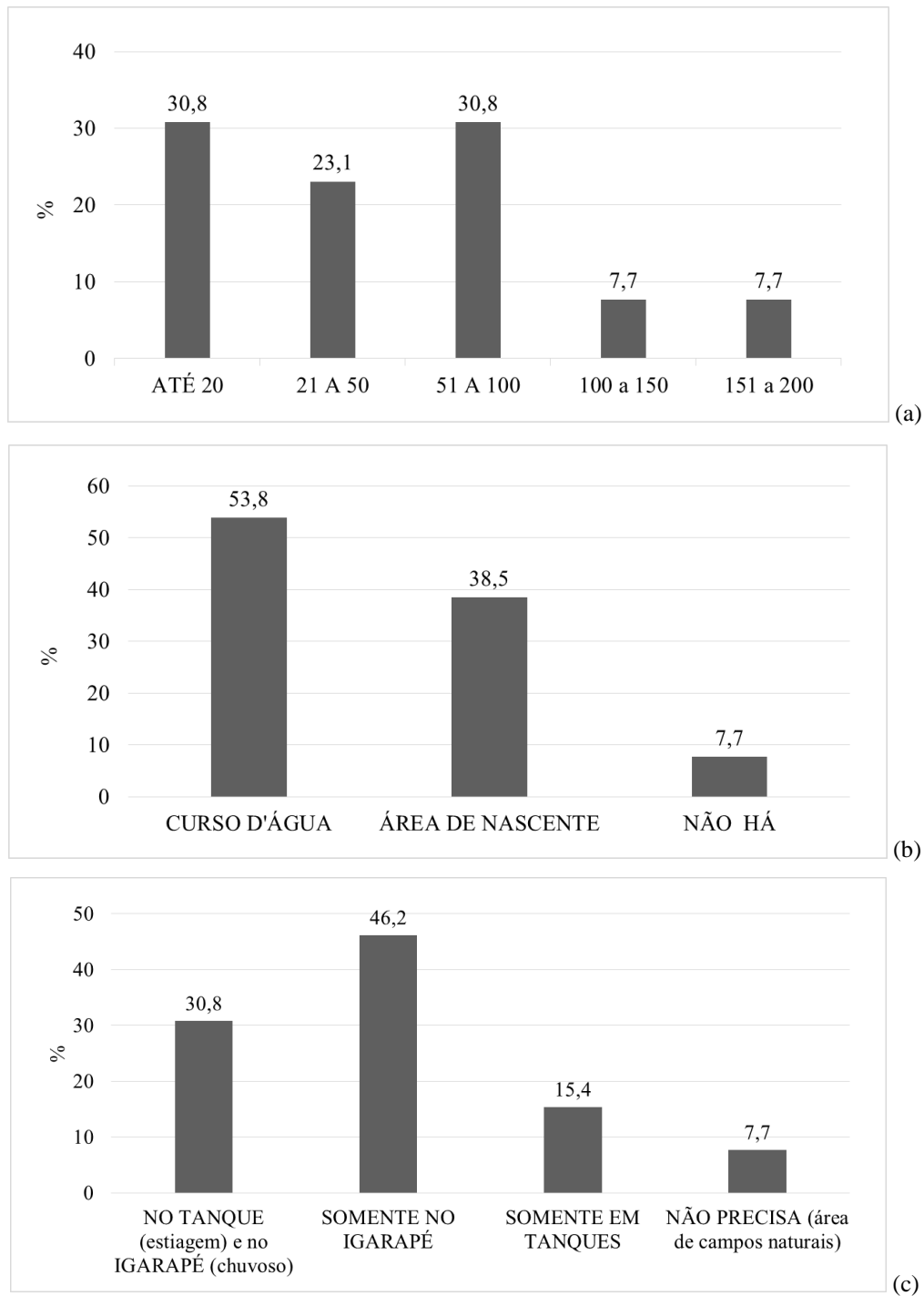
Fonte: Pesquisa de campo.

Na figura 28a, observa-se que a criação de animais bovinos dentro da área estudada é em pequenas quantidades: 30,8% dos criadores tem até 20 animais, e em igual proporção alguns tem de 51 a 100; 23,1% tem de 21 a 50; e também em igual proporção (7,7%) o restante cria de 100 a 150 ou de 151 a 200 animais (quantidade máxima dentro do grupo pesquisado).

Quase todos os criadores de bovinos pesquisados possuem águas superficiais na área de pastagem (cursos d'água e nascentes) – 53,9% tem cursos d'água e 38,5% tem áreas de nascentes. Apenas 7,7% não tem fontes de água superficial na propriedade (Figura 28b).

A água de abastecimento de sistema de criação pode ser superficial (rios, lagos naturais, açudes, córregos, antigos viveiros ou reservatórios) ou subterrânea (provenientes de nascentes e poços, originárias de lençóis freáticos) (MACEDO; SIPAUBA-TAVARES, 2010).

Figura 28- Indicadores associados à criação de animais: (a) Quantidade de animais; (b) Ocorrência de nascentes; (c) Fontes de água para dessedentação de animais.



Fonte: Pesquisa de campo.

A dessedentação dos bovinos é feita diretamente nas fontes de águas superficiais em 46,1% das propriedades pesquisadas (Figura 28c); 30,8% utilizam alternadamente bebedouros e igarapés para os animais beberem água, conforme a época do ano (período chuvoso e período menos chuvoso); 15,4% utilizam somente bebedouros e 7,7% utilizam os campos naturais para o gado beber água.

Observou-se nas propriedades em que o gado tem acesso à área da nascente, que estas estavam em sua maioria perturbadas, e as demais, degradadas; e as propriedades com cursos d'água, sem a mata ciliar e vegetação rasteira, constatando-se que a faixa mínima da vegetação nativa não foi preservada conforme estabelecido pelo Código Florestal e recomendado por Merten e Minella (2002) e Albuquerque (2010, p. 15).

Observa-se também, pelos dados apresentados, que os criadores de animais dependem das águas dos cursos d'água e das nascentes para a criação de gado. Porém, Calheiros e colaboradores (2004, p. 26) alertam que pasto e os animais devem ser afastados, ao máximo, da nascente, pois, mesmo que os animais não tenham livre acesso à água, seus dejetos contaminam o terreno e, nos períodos de chuvas, acabam por contaminar a água, que pode ser usada por moradores à jusante.

Pesquisa similar realizada por Felker et al. (2013) apresenta o perfil de produtores rurais de São Valentim, município de Santa Maria, RS. Neste estudo, verificaram que 80% dos entrevistados usavam água das nascentes para dessedentação de animais e para outras atividades desenvolvidas dentro da propriedade. Diante do resultado, sugerem informações aos produtores sobre legislação ambiental somada ao fortalecimento e amadurecimento da ideia de desenvolvimento sustentável.

Por outro lado, Ferreira et al. (2011) verificaram o estado de conservação das principais nascentes da sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim-SE, devido observarem redução do volume produzido nos cursos d'água e da qualidade de suas águas. O resultado mostrou que 90% das nascentes apresentaram significativa ação antrópica associada ao modo de uso e ocupação do solo, em que 35% delas apresentaram como fator de perturbação o acesso do gado na área. Os autores consideram as informações obtidas relevantes para a realização de projetos de restauração ambiental, para a promoção de melhorias no ambiente e nas comunidades rurais e resgate da diversidade da flora e fauna nestas áreas.

Uma outra atividade econômica do município que faz bastante uso da água é a piscicultura, a qual está em fase inicial no município (Figura 29). Há três anos, alguns moradores principalmente da área dos campos naturais, nas comunidades da Chapada e Nanã, começaram a cavar tanques para criar peixes regionais (tambaqui) com produção comercial.

Figura 29- (a) e (b) Açudes formados com a retirada da argila adotados como tanques para criação de peixes; (c) Pesca convencional em igarapé; (d) e (e) Rio do Cocal – pesca de Traira; (f) e (g) Viveiros para criação de peixes – tambaqui; (h) Tanques em área de campos naturais.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Fonte: Pesquisa de campo.

Apesar de a piscicultura estar expandindo no município, falta incentivos para o fomento da atividade como, por exemplo, acompanhamento técnico, monitoramento da água, manutenção e desenvolvimento da atividade; há apenas orientações e trocas de experiências dos produtores iniciantes por quem já atua na atividade nos municípios circunvizinhos.

Segundo um dos principais produtores de Tracuateua, houve no primeiro ano do empreendimento, em 2013, uma produção de 400kg; em 2014, 700kg e em 2015 chegando a 1 tonelada. São três tanques com profundidade de 1,80m, largura 10m e comprimentos de 30m, 40m e 60m cada um, abastecidos com bomba d'água elétrica no mínimo 6h/dia no período de setembro até janeiro. A produção é vendida somente no período da Semana Santa, por seis reais o quilo se for no atacado, e a oito reais se for vendida no varejo. Sendo que cada peixe somente é vendido quando está com peso a partir de 1kg, podendo atingir até 1,5kg.

Os maiores criadores de tambaqui estão na comunidade do Nanã (figuras 29f e 29g), possuem seis tanques com tamanhos variados, em torno de 20m por 30m cada um, e profundidade de 2m. Tem 2.000 peixes adultos e 1.500 peixes pequenos (filhotes). A produção varia entre 2,5 e 3 toneladas por semestre, vendidos por nove ou dez reais o quilo. A bomba d'água que abastece os tanques no período de agosto a janeiro fica até 8 h/dia ligada utilizando energia elétrica. Por ficarem na área dos campos alagados naturais, na zona de amortecimento da Resex marinha de Tracuateua, região descrita por Aviz e Pinheiro (2013), estes piscicultores são favorecidos pela água acumulada das chuvas utilizando-as para o abastecimento e manutenção dos tanques no outro período do ano – de fevereiro a julho.

Os peixes são alimentados unicamente com ração e não há espécies arbóreas nas margens dos tanques. Segundo um funcionário da EMATER/Bragança, que já visitou os referidos produtores, a área não é propícia para a atividade; o período longo sem chuvas e a técnica de manejo inadequada, principalmente no tratamento de efluentes, comprometerão a produção da atividade nos próximos anos.

Há outros tanques de criação de peixes construídos em margens do Rio Tracuateua, na área urbana e em comunidades rurais das áreas mais elevadas do município. A produção é para subsistência, com poucos excedentes para comercialização, e a forma artesanal de construção e manutenção está comprometendo a quantidade e qualidade das águas da microbacia.

Cyrino et al. (2010) acompanham esta discussão e destacam que os peixes têm a água como sua principal fonte de oxigênio e também como seu meio para dispersão e assimilação de resíduos. Portanto, a acumulação de matéria orgânica e metabolitos em reservatórios, tanques e viveiros afeta negativamente o crescimento e a sobrevivência dos peixes. Afirmando,

ainda, que os hábitos alimentares e as dietas dos peixes não só influenciam diretamente seu comportamento, integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, reprodução e crescimento, como também alteram as condições ambientais do sistema de produção – qualidade da água. A otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo concomitante da qualidade de água, nutrição e alimentação.

Diante do exposto, os autores recomendam disciplinar o uso sustentável dos recursos hídricos para a produção de alimento para consumo humano, considerando que os efluentes dos tanques podem comprometer a qualidade da água à jusante.

5.2.3 Consumo de água no setor produtivo

O levantamento do potencial mineral do município foi solicitado pela Prefeitura Municipal de Tracuateua, junto ao Ministério de Minas e Energia, sendo executado pela Superintendência Regional de Belém, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e do Serviço Geológico do Brasil. Conforme o relatório, o município apresenta importantes exposições de material utilizável na construção civil, o que o torna de grande importância para o desenvolvimento da região. Os dados levantados por Costa e Almeida (1998, p.6-7) sobre o município são descritos a seguir:

[...] – Para a atividade mineira, indica somente possibilidades para a produção de materiais para emprego na construção e, com baixas probabilidades para a existência de metálicos. Apresenta importantes ocorrências de Granito, Cascalho, Seixo, Areia, Argila e pedra para construção.

- O granito, de grande importância para o desenvolvimento do município, apresenta apenas uma pedreira, das quatro existentes, em plena atividade de extração e produção. A Fazenda Pedreira Santa Mônica Ltda. (atualmente com 52 anos) está em uma área de 2.100 hectares, com exploração em 49 hectares. Encontra-se em atividade de extração e produção de brita, pedra de mão e pó de lavagem com capacidade máxima de produção de 3 a 5mil m³/mês, no conjunto (os dados fornecidos em 2014 por meio da entrevista informam uma produção mensal de 9 a 10 mil m³/mês. No entanto, não utilizam água nos seus processos de beneficiamento segundo informações do gerente).

- Os depósitos de areia branca ocupam vastas extensões e apresentam espessura variada, com média em torno de 1 metro e geralmente apresentam capeamento zero. Já os depósitos de seixos, de granulometria média a grossa, comumente são recobertos pelos areais e também exibem espessura média de 1 metro. A areia em geral é explorada e empregada na construção civil, sem passar por qualquer tipo de beneficiamento, o que não ocorre com o cascalho seixo, que passa por peneiramento e lavagem, quando é feita a separação em diversas granulometrias.

- A argila utilizada para a fabricação de telhas e tijolos é empregada exclusivamente na indústria da cerâmica vermelha. A região é muito favorável a existência de extensos depósitos de argila, nas áreas de aluviões dos grandes rios e igarapés e, na região dos campos naturais de Tracuateua. As jazidas em exploração não possuem projeto de recuperação da área degradada por esta atividade. [...] ⁵

⁵ O gerente da Mineração Santa Mônica afirmou terem o projeto de recuperação das áreas degradadas.

Durante a pesquisa, foi encontrada na comunidade de Santa Maria, em área rural, uma fábrica de cerâmica produzindo tijolos para a construção civil (Figura 30). A matéria-prima utilizada é a argila retirada de dentro do terreno da fábrica, localizada em área de campos naturais. Os tijolos são queimados em fornos à lenha, proveniente de madeira retirada das áreas abertas para a agricultura, de dentro do município e de outros circunvizinhos. A água utilizada para molhar o barro é oriunda de poços.

Figura 30- Atividade de mineração no município: (a) Olaria na comunidade de Santa Maria; (b) Lenha para uso nas fornadas, e uma chaminé em construção.



Fonte: Pesquisa de campo.

Em 2012, o consumo de água em Tracuateua no uso residencial foi de 118.992m³ para 825 consumidores. O comércio consumiu 500m³ em 4 estabelecimentos, 240m³ em duas indústrias e em 35 órgãos públicos o consumo foi de 6.674m³ (PARÁ, 2014).

5.3 Uso e cobertura do solo da bacia x usos múltiplos das águas

A bacia do rio Tracuateua apresenta, segundo o projeto TerraClass 2012, as classes apresentadas na Tabela 6, onde o percentual da área urbana e mosaico de ocupações é em torno de 11%; das áreas destinadas a agropecuária, próximo a 5%; e das áreas com cobertura vegetal, em torno de 64%.

Tabela 6- Distribuição das classes de uso e cobertura do solo, segundo o projeto TerraClass 2012, na bacia do rio Tracuateua.

Classes de uso e cobertura do solo localizadas na bacia	Perímetro (km)	Área (km ²)	% da Área total
Área urbana	18.85	2.85	0.95
Mosaico de ocupações	486.91	30.94	10.32
Não floresta	120.87	133.02	44.36
Floresta	10.81	0.97	0.32
Vegetação secundária	754.18	57.10	19.04
Regeneração com pasto	19.79	0.72	0.24
Pasto limpo	160.51	11.00	3.67
Pasto sujo	42.43	2.03	0.68
Pasto com solo exposto	0.89	0.03	0.01
Outros	28.66	1.73	0.58
Área não observada	456.30	59.47	19.83
Área da bacia (km ²)	299.86		
Perímetro da bacia (km)	79.60		
% Área urbana e mosaico de ocupações			11.27
% Área destinada a agropecuária			4.60
% Área com cobertura vegetal			63.72

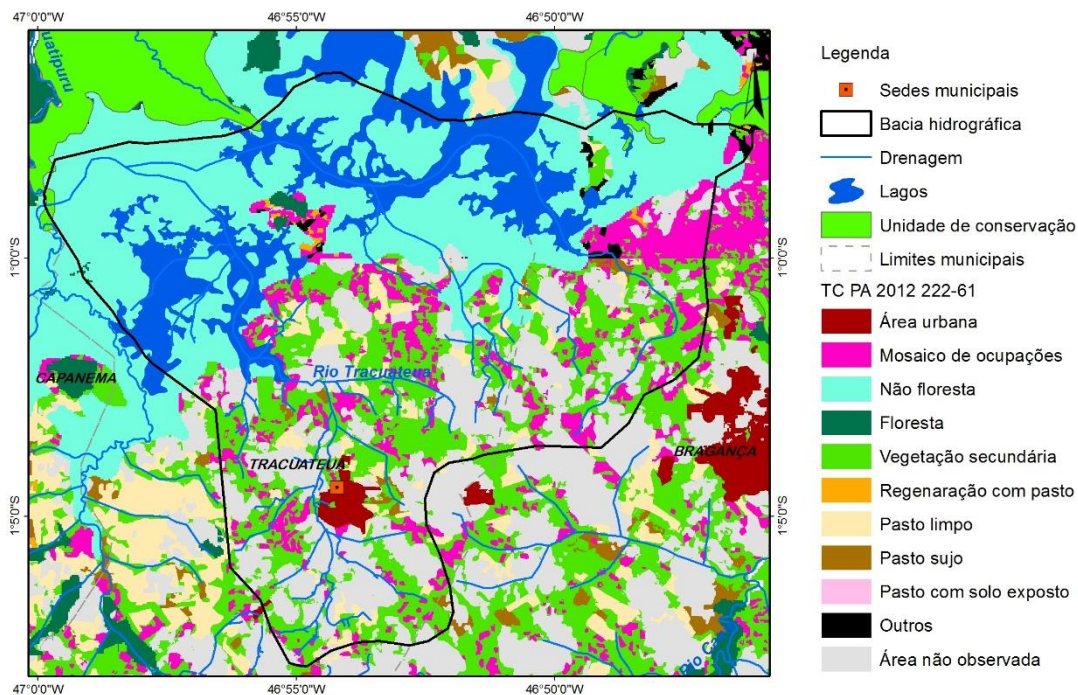
Fonte: Projeto TerraClass (2012)

Os dados da Tabela 6 mostram que a área da bacia antropizada corresponde a 106,4km² (35,49% do total). Observa-se também que a área urbana ocupa menos de 1% da área total da bacia, o que explica os sistemas agropecuários, principalmente a agricultura familiar, serem a base da economia de Tracuateua e estar contribuindo para o avanço do desmatamento no município e grande número de focos de queimadas por ano. A abertura de ramais e estradas, por parte da administração municipal, também tem contribuído para a redução das áreas com cobertura vegetal.

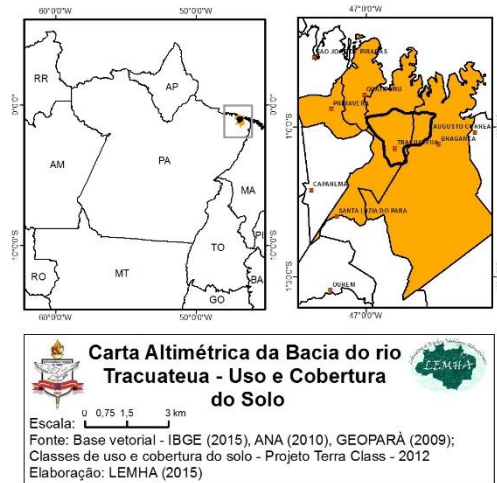
A área de campos naturais está identificada nos 44,36% de não floresta. Observa-se apenas 0,32% de floresta nativa na área da bacia. O restante foi convertido em usos da terra, revelando a necessidade de reflorestamento nas nascentes e margens de cursos d'água, de práticas de educação ambiental e inclusão de sistemas agroflorestais.

Lopes (2008) observa que o uso do solo de forma não planejada degrada o meio, e recomenda o mapeamento do uso e cobertura para facilitar a detecção de áreas exploradas de forma inadequada e auxiliar na tomada de decisões pelos órgãos competentes encarregados da fiscalização. Esta ferramenta é indicada para subsidiar a gestão ambiental do município, pois permite identificar as áreas com maior intensificação de atividades produtivas, principalmente nas Áreas de Preservação Permanentes (APPs) de rios.

Figura 31- Carta de uso e cobertura do solo, segundo o projeto TerraClass 2012, na bacia do rio Tracuateua



Classes de uso e cobertura do solo localizadas na bacia	Perímetro (km)	Área (km ²)	% da Área total
Área urbana	18,85	2,85	0,95
Mosaico de ocupações	486,91	30,94	10,32
Não floresta	120,87	133,02	44,36
Floresta	10,81	0,97	0,32
Vegetação secundária	754,18	57,10	19,04
Regeneração com pasto	19,79	0,72	0,24
Pasto limpo	160,51	11,00	3,67
Pasto sujo	42,43	2,03	0,68
Pasto com solo exposto	0,89	0,03	0,01
Outros	28,66	1,73	0,58
Área não observada	456,30	59,47	19,83
Área da bacia (km ²)	299,86		
Perímetro da bacia (km)	79,60		
% Área urbana e mosaico de ocupações			11,27
% Área destinada a agropecuária & Área com cobertura vegetal			63,72



A carta de uso e cobertura do solo mostra a quantidade mínima de floresta ainda preservada dentro da bacia. Observa-se, ainda, que em áreas com cursos d'água são identificados mosaicos de ocupações, vegetação secundária, pasto limpo, o que indica manejo e ocupação atual ou recente nessas áreas.

As áreas das classes pasto sujo, regeneração com pasto e vegetação secundária, denotam ciclos de uso que precisam ser diagnosticados para evitar aberturas de novas áreas a serem exploradas.

O Quadro 3 apresenta a relação das classes indicadas na Tabela 6 e sua associação aos elementos identificados na etapa de diagnóstico de usos múltiplos das águas. Apesar de representar apenas cerca de 5% da área da bacia, o potencial agropecuário tem impactos que foram identificados durante as observações de campo.

De 34 nascentes observadas na área em estudo, 13 apresentaram algum grau de perturbação, 21 estavam degradadas e nenhuma conservada. Por estarem em áreas agropastoris, conforme mostra a carta de uso e cobertura do solo (Figura 30), as observações inferem que os agricultores e criadores de animais são os que mais provocam essas alterações nos ambientes, pois a utilização dos cursos d'água para a maceração da mandioca e dessedentação de animais contribuem para as alterações na disponibilidade de água.

Quadro 3- Classes de uso e cobertura do solo na bacia do rio Tracuateua x usos das águas e impactos associados.

Classes de uso e cobertura	Usos das águas	Impactos associados
Área urbana	<ul style="list-style-type: none"> – Lançamento de efluentes não tratados; – Balneários irregulares; – Sistema de abastecimento de água insuficiente para a demanda; – Desperdício de água. 	<ul style="list-style-type: none"> – Poluição hídrica no período menos chuvoso. No período mais chuvoso existe capacidade de diluição; – Incidência de doenças de veiculação hídrica; – Poluição pelo descarte de lixo nos cursos d'água; – Deposição de sedimentos provocado pela retirada da mata ciliar, pisoteio dos visitantes e falta de proteção da margem; – Falta de água no período menos chuvoso.
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> – Irrigação; – Captação de água do rio para o beneficiamento da mandioca. 	<ul style="list-style-type: none"> – Contaminação da água pelo uso de insumos e fertilizantes agrícolas, e pela deposição de resíduos agrícolas em margens e leitos de rios; – Represamento parcial de cursos d'água para a maceração da mandioca gerando alteração na vazão e na qualidade da água.
Pasto	<ul style="list-style-type: none"> – Dessedentação dos animais. 	<ul style="list-style-type: none"> – Compactação do solo pelo pisoteio do gado; – Destruição da vegetação natural do entorno de nascentes e margens de igarapés pelo livre acesso de animais a essas áreas; – Alteração da qualidade das águas pelo acúmulo de matéria orgânica em decomposição, durante o período menos chuvoso quando alguns cursos d'água tornam-se intermitentes; – Alteração da qualidade das águas provocada pelo descarte inadequado de carcaças.
Corpos d'água/Piscicultura e Pesca	<ul style="list-style-type: none"> – Captação, derivação ou uso direto para a atividade de piscicultura. – Exploração das áreas de várzea e planície de inundação pela atividade de pesca. 	<ul style="list-style-type: none"> – Alteração do regime hídrico devido ao represamento/captação da água para abastecer viveiros na criação de peixes. – Execução da atividade de pesca não manejada, ocasionando degradação da vegetação ripária.
Corpos d'água/Usos doméstico	<ul style="list-style-type: none"> – Lavagem de utensílios 	<ul style="list-style-type: none"> – Alteração da qualidade das águas pelo uso de produtos químicos, principalmente durante o período menos chuvoso quando alguns cursos d'água tornam-se intermitentes.

Fonte: Pesquisa de campo.

Conforme relatado pelo gerente da COSANPA, os problemas da área urbana, como as fossas sépticas sem impermeabilização, a lavagem de ruas pela drenagem pluvial, desmatamento e deposição de lixo nos arredores, contribuem para a poluição por infiltração das águas subterrâneas, comprometendo a quantidade e qualidade da água dos 27 poços de abastecimento que têm apenas 15m de profundidade.

O lançamento de efluentes não tratados provenientes dos esgotos urbanos, o escoamento do chorume do lixão, principalmente no período chuvoso provocam risco de contaminação também das águas superficiais atingindo os balneários que ficam no centro urbano, o que expõe os banhistas aos riscos de doenças.

A autodepuração de um corpo d'água depende da carga de poluentes e da vazão do curso d'água, ou seja, depende da quantidade de efluentes que é capaz de receber sem que suas características naturais sejam prejudicadas (ANDRADE, 2010). Por isso, Conejo (1993) cita que a qualidade da água é em função da vazão, sendo importante adotar vazões de referência para caracterizar a capacidade de autodepuração e a qualidade da água.

São necessárias mais fontes de abastecimento de água para o consumo humano, suficientes para atender a demanda revertendo assim, o problema de escassez de água na área urbana, principalmente nos meses sem chuva. Por outro lado, é necessário maior controle na distribuição e educação ambiental para evitar o desperdício de água nas atividades domésticas apontado como um dos problemas por parte dos usuários residenciais pesquisados.

Os proprietários dos balneários devem colocar cestos para o descarte de latinhas, descartáveis e outros lixos, placas com orientação de educação ambiental para os visitantes. É necessário também fiscalização para monitorar o processo de funcionamento e as instalações sanitárias. A retirada da mata ciliar deixando o solo exposto, sem pelo menos vegetação rasteira (grama), facilita a deposição de sedimentos no curso d'água provocada também pelo pisoteio dos banhistas e pela falta de proteção da margem para conter o processo erosivo.

A maioria dos agricultores que plantam a maniva fazem o beneficiamento da mandioca (raiz da maniva) de forma rudimentar, sem nenhuma preocupação com o meio ambiente. Os igarapés são utilizados para a maceração da mandioca, repouso que ajuda o descascamento da raiz, mas que compromete a qualidade da água, pois a fermentação durante o amolecimento da casca libera substâncias ácidas (CHISTÉ; COHEN, 2006) que dificultam a autodepuração do corpo d'água e, conforme observado em campo, as cascas são frequentemente deixadas na margem dos igarapés.

Andrade (2010) alerta que, apesar da casca ser uma matéria orgânica, seu despejo no meio aquático pode ocasionar um desequilíbrio entre a produção e o consumo de oxigênio,

também comprometendo a qualidade da água. No verão, quando o nível dos cursos d'água baixa, os córregos são represados para garantir a continuidade da atividade. Quando secam, buscam outros locais, sempre repetindo o método. Pouquíssimas casas de forno são encontradas com tanques de alvenaria para o repouso da mandioca.

Pires (2011), avaliando o impacto da submersão da mandioca em igarapés, observou que a lavagem das raízes tem influência sobre a hidrobiogeoquímica da água dos igarapés em até pelo menos dez metros à jusante do local de depósito, destacando que a intensificação da prática pode ocasionar alterações maiores nos igarapés utilizados. Nesse caso, recomenda que o uso da água dos igarapés ocorra à montante ou após dez metros à jusante do local de repouso.

Alguns agricultores do grupo pesquisado afirmaram utilizar algumas vezes agrotóxicos (herbicidas e inseticidas) para controlar o capim e combater lagarta e pulgão, o que também pode contaminar o solo e as águas subterrâneas e superficiais, bem como o uso e o descarte das embalagens de produtos químicos durante a lavagem de roupas nos pequenos igarapés, muito frequente nas comunidades rurais e até mesmo na sede do município.

Na criação de rebanho bovino foi detectada a localização de pastos em APPs, favorecendo a destruição da mata ciliar que serviria de proteção aos corpos d'água, intensificada pela utilização destes para a dessedentação dos animais, fazendo com que o solo fique compactado pelo pisoteio constante dos animais nesta área, formando lamas que somadas à deposição de esterco (fezes e urina) pelos animais, pode contaminar a água dos córregos. O descarte inadequado de carcaças a céu aberto, relatado por alguns criadores, também pode contribuir para a contaminação dos mananciais de água doce.

Caso semelhante foi observado por Ferreira et al. (2011), ao verificar o estado de conservação e as formas de uso e ocupação do solo das vinte principais nascentes da sub-bacia do Rio Poxim, no Estado de Sergipe. Em 50% delas foram observadas atividades agrícolas. As pastagens estavam presentes em 35%.

Entre as culturas produzidas pelos agricultores pesquisados, as principais eram mandioca e feijão. A partir do diagnóstico, as principais medidas propostas para reverter o quadro de degradação, foram: gestão ambientalmente sustentável dos usos e ocupação do solo, participação de instituições estaduais, federais e municipais, seleção adequada das espécies para reflorestamento, assistência técnica para os produtores rurais e utilização de sistemas silviculturais, levando em consideração as condições socioeconômicas das comunidades.

Felker et al. (2013) em seu trabalho de pesquisa identificou e caracterizou os produtores rurais do Distrito de São Valentim, município de Santa Maria/RS, por meio de entrevistas que abordaram temas ligados à posse e uso de recursos naturais, estado de conservação, e também a opinião dos produtores rurais em relação às questões sobre legislação ambiental. Verificou também a presença e proteção de nascentes e córregos nas propriedades. Os resultados da pesquisa demonstraram que aproximadamente 37,5% dos entrevistados não faziam utilização de práticas para proteção de suas nascentes e que 80% dos entrevistados usavam a água das nascentes para abastecimento de lavoura, dessedentação dos animais e para outras atividades desenvolvidas dentro da propriedade.

Por meio deste trabalho, o autor concluiu que existe uma lacuna em relação à preservação dos recursos naturais e utilização racional destes, devido muitas vezes à falta de esclarecimento por parte dos órgãos ambientais ou extensionistas. Recomenda que a ideia de desenvolvimento sustentável seja fortalecida e amadurecida, para que se possa encontrar saídas possíveis nos impasses conceituais e práticos entre os setores produtivos da agricultura e a proteção ao meio ambiente.

Considerando a baixa renda dos agricultores, sugere-se também que sejam construídas casas de farinha ou casas de forno comunitárias, com tanques de alvenaria e poços escavados ou perfurados para o fornecimento de água. O governo estadual faz doações de todos os equipamentos para a construção da casa de farinha através do Programa de Apoio ao desenvolvimento da Cadeia Produtiva da mandioca, com estudo do local de implantação e do destino dos resíduos liberados no processo de fabricação de farinha⁶.

A rede de drenagem, com cerca de 161km de comprimento de canais e a presença de áreas de acumulação na forma de lagos, favorece a prática da piscicultura. Esta atividade tem atraído o interesse das pessoas do município e está expandindo rapidamente devido ao baixo custo de investimento, à facilidade de implantação e operação, e ao rápido retorno do capital investido. No entanto, as pessoas estão investindo nesta atividade visando apenas o lucro, sem preocupação em buscar orientações e suporte técnico.

Os tanques (viveiros) são escavados em leitos de rios, inclusive em áreas de nascentes e na região de campos naturais, o que tem contribuído para a descaracterização paisagística do local, um dos problemas apontados pelo grupo pesquisado. Há criação de espécies nativas como o tambaqui, mas há quem crie as exóticas como as tilápias, mas se não houver controle da produção, esta pode levar ao prejuízo.

⁶ Informações obtidas na Secretaria de Agricultura do Estado do Pará.

A falta de orientação e monitoramento da atividade, independente da espécie, pode comprometer esta produção nos próximos anos, em função da necessidade do monitoramento de alguns parâmetros da água (temperatura, oxigênio dissolvido) e do solo (pH, nitrogênio, fósforo, ferro e matéria orgânica); acrescentado ao fato de que a única alimentação fornecida é a ração industrializada.

Garantir a orientação e acompanhamento técnico aos piscicultores é uma das determinações do Plano Diretor de Tracuateua, a partir da preocupação com o equilíbrio ambiental do município em seu Artigo 14: “ordenar as atividades de exploração racional dos recursos pesqueiros, de forma equilibrada e sustentável, preservando o meio ambiente e os recursos naturais renováveis”.

Com base no discutido em Felker et al. (2013) é recomendável que a piscicultura em Tracuateua adote apenas a criação de espécies nativas, como o tambaqui, e os tanques devem ser construídos fora dos leitos dos rios e de APPs para evitar a redução da qualidade da água e da vazão, o que prejudica o uso da água à jusante para outros fins, pois, segundo a ANA (2013), é necessário avaliar a capacidade do corpo hídrico de diluir a carga de fósforo gerada nos empreendimentos de piscicultura, de modo que não haja alterações negativas na qualidade da água e não se despreste a classe de enquadramento do corpo hídrico estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Cyrino et al. (2010) concluiu em seu estudo que toda atividade aquícola tem impacto sobre o ambiente e que a tendência atual de desenvolvimento da aquicultura é a intensificação dos sistemas de produção. Para os autores, os sistemas de piscicultura intensivos de baixo impacto, ambientalmente corretos e também altamente produtivos, sustentáveis e lucrativos, demandam a adoção de estratégias de produção bem pensadas e projetos responsáveis de manejo da emissão de efluentes, pois o manejo de resíduos exige a redução das fontes primárias de impacto ambiental.

Somente a ação coordenada e positiva de piscicultores, fábricas de rações, agências regulatórias, e instituições de ensino e pesquisa pode definir códigos de conduta e práticas de manejo ambientalmente responsáveis e disciplinar, o uso sustentável dos recursos hídricos para a produção de alimento para consumo humano.

Outra situação é a pesca manejada de forma inadequada, que tem contribuído para a redução da mata ripária e para a deposição de sedimentos nos cursos d'água. Segundo informações de algumas pessoas do grupo pesquisado, isso ocorre quando os pescadores se deslocam pelos córregos destruindo as raízes das árvores parcialmente submersas em busca de peixes que se alojam nesses locais à procura de outros organismos vivos para se alimentarem.

Há necessidade da disponibilidade de calendário agrícola e de estudos sobre risco climáticos, importantes para a produção rural, visto que a produção agrícola está diretamente ligada ao regime de chuvas, controlada pela quantidade de precipitação em que os extremos climáticos representam vulnerabilidade para a produção do município. Por estarem próximos aos cursos d'água, a umidade do solo deve contribuir para o plantio em todo o ano em algumas comunidades rurais sem a necessidade de irrigação, inclusive nos meses sem chuva, porém, alguns agricultores demonstraram preocupação com mudanças no regime de chuvas.

No contexto da infraestrutura vinculada às atividades econômicas, como a questão de balneários com estabelecimentos comerciais, estes deveriam possuir licenciamento ambiental e fiscalização para verificação de impactos ambientais ocasionado tanto pelo movimento constante de pessoas na margem do curso d'água quanto referente à sua construção, manutenção, descarte do lixo pelos visitantes, esgoto sanitário e obras (muros, cercas), e que possam comprometer atividades que necessitem de deslocamento pelo rio. Nos balneários da área urbana é necessária uma rede de drenagem e tratamento do esgoto pois, segundo Queiroz et al. (2002), o lançamento de efluentes nos cursos d'água pode oferecer riscos aos banhistas devido aos níveis de coliformes fecais nos períodos de chuva despejados por meio do escoamento superficial vindo das ruas da parte central da sede do município.

Os problemas de falta de água nas áreas urbana e rural podem ser minimizados com os sistemas de abastecimento que adotam a captação da água da chuva, considerando a precipitação mensal superior a 200mm de janeiro a junho. O controle da poluição hídrica, principalmente pela existência de lixões e pontos de lançamento de resíduos, depende da implantação do aterro sanitário controlado, em área distante da área urbana e de corpos hídricos, em conjunto com a coleta seletiva, o que reduziria consideravelmente o volume de lixo depositado nestas áreas.

Moradores da área urbana adotaram espontaneamente a prática de separar material reciclável quando o recolhimento era feito pela Cooperativa de Coleta de material reciclável do município de Bragança, conforme os dados da pesquisa, em que 50% do grupo entrevistado na área urbana, confirmou separar material para a reciclagem. Resíduos como pilhas, baterias e embalagens de agrotóxicos, devem ser separados e devolvidos aos locais de compra ou entregues em postos especiais de coleta. O cemitério localizado no centro urbano, próximo do local de coleta da água para o abastecimento público, deveria ser desativado e implantado um novo cemitério em local mais afastado desta área.

Para evitar o descarte de lixo nas vias públicas, é necessário que sejam colocadas cestas de lixo em quantidade suficiente nos principais locais visitados (praças, balneários,

feira livre, órgãos públicos) e ao longo das ruas urbanas, bem como pontos de coleta de material reciclável e de produtos eletrônicos e tóxicos (lâmpadas, baterias, pilhas, computadores etc.).

É também necessário conscientizar a população, para não realizar a queima de lixo na área urbana, o que prejudica a saúde das pessoas por causa da má qualidade do ar pelo excesso de fumaça, pois folhas de árvores, restos de poda e roçagem, assim como entulhos, móveis, também devem ser recolhidos pelo serviço de limpeza urbana.

Na área rural, em que há também problemas do descarte inadequado do lixo, recomenda-se que sejam distribuídos pontos para o descarte de material sólido e que a Prefeitura, através da Secretaria de Obras, realize a coleta pelo menos uma vez por semana nas comunidades, em conjunto com orientações para o descarte de lixo orgânico.

As melhorias na qualidade da água estão associadas principalmente à falta de uma estação de tratamento de esgotos (ETE) e de um sistema de captação de águas pluviais redirecionados para a coleta adequada. Toda a drenagem urbana é direcionada para as superfícies mais baixas, atingindo os cursos d'água que tem no centro urbano. Tais medidas poderão se tornar efetivas para a resolução de problemas de alteração da qualidade dos recursos hídricos de Tracuateua, atendendo aos padrões de emissões de efluentes líquidos permitidos pela legislação em águas superficiais e melhoria da saúde pública.

A implantação de estação de tratamento de esgotos simplificados, de baixo custo de implantação, pode ser feita para a remoção dos principais poluentes presentes nas águas residuais, para que possa retornar ao corpo d'água sem comprometimento da qualidade do corpo receptor. O efluente geralmente pode ser lançado sem tratamento em um curso d'água, desde que a descarga poluidora não ultrapasse cerca de quarenta avos da vazão: um rio com 120l/s de vazão pode receber, grosso modo, a descarga de 3l/s de esgoto bruto, sem maiores consequências (BORSOI et al., 1997).

A ETE simplificada foi uma alternativa proposta para Feliz, município de pequeno porte do Rio Grande do Sul, com uma população de 12.359 (IBGE, 2011) habitantes (ANDRADE et al., 2013) e tem possibilidade de aplicação em Tracuateua após estudos das características local, sendo que a instalação deve ser auxiliada pela FUNASA.

5.4 Avaliação da sustentabilidade hídrica: demanda, oferta e impactos

Conforme relatos dos entrevistados, da Secretaria de Meio Ambiente e a de Agricultura, Pecuária e Pesca do município, este não tem estrutura técnica adequada e suficiente para monitorar o avanço das mudanças de cobertura do solo para atividades

econômicas (pecuária, pesca, extrativismo e mineração), tampouco, para oferecer cursos de capacitação e dar apoio técnico tanto em orientações quanto para obtenção de maquinários agrícolas que possam melhorar as formas de manejo da água e do solo (Quadro 4), apontados como os maiores desafios para a gestão municipal.

A ausência de fiscalização pela Secretaria de Meio Ambiente e de Leis Municipais que inibam os crimes ambientais possibilitam o avanço das agressões ao meio ambiente como o desmatamento, queimadas intensas, pesca e caça predatórias, mineração clandestina, viveiros de peixes e balneários irregulares.

Conforme o resultado das entrevistas, não é observado articulação, socialização e consenso entre as Secretarias Municipais e órgãos estaduais (EMATER) e federais (ICMBIO/RESEX) do município, na busca de iniciativas, no planejamento e execução de obras, e nem um bom relacionamento entre os membros da Câmara de Vereadores. Entre estes e a Prefeitura Municipal, relações importantes para que os potenciais de crescimento estejam agregados com a preocupação em conservação dos recursos naturais.

Quadro 4- Aspectos que caracterizam a demanda por água x aspectos que representam os limitantes de oferta de água.

(continua)

Aspectos que caracterizam a demanda por água	Aspectos que representam os limitantes de oferta de água	Aspectos de gestão das águas aplicados	Principal esfera de atuação (estado, município, federação)
Água para abastecimento humano na área urbana	<ul style="list-style-type: none"> - Os cursos da água recebem efluentes domésticos não tratados; - Os poços (em sua maioria) são de lençol freático; - A rede de abastecimento é antiga e insuficiente para a abastecer a demanda; - O nível de perdas de água na rede é alto (47,72%); - Ausência de um Plano Diretor de Saneamento para a área urbana; - Ausência de um Plano de Despoluição de canais urbanos; - Ausência de um Plano de Habitação que afaste a ocupação das áreas de margens de cursos d'água; - Desperdício de água nas residências. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investimentos nos sistemas de abastecimento; - Plano de saneamento; - Vigilância sanitária; - Educação ambiental; - Plano de Desenvolvimento Local Sustentável - PDLs; - Gestão compartilhada integrando as políticas de meio ambiente, saneamento, habitação e recursos hídricos. 	Estadual, municipal e federal
Lazer e turismo	<ul style="list-style-type: none"> - Ações insuficientes votadas à regularização ambiental e fiscalização dos balneários; - Falta de continuidade e/ou ausência de ações de educação ambiental por parte dos órgãos públicos; - Não adequação destas atividades aos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos (ex: outorga). 	<ul style="list-style-type: none"> - Legislação ambiental municipal; - Fiscalização; - Outorga da água; - Vigilância sanitária; - Educação ambiental. 	Municipal e estadual

(conclusão)

Aspectos que caracterizam a demanda por água	Aspectos que representam os limitantes de oferta de água	Aspectos de gestão das águas aplicados	Principal esfera de atuação (estado, município, federação)
Criação de animais, agricultura e piscicultura	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de orientação técnica para as atividades desenvolvidas no município; - Insuficiência de ações voltadas a capacitação técnica para o correto manejo das atividades; - Ações insuficientes votadas à regularização ambiental e fiscalização; - Falta de continuidade e/ou ausência de ações de educação ambiental por parte dos órgãos públicos. 	<p><i>Agricultura:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável - PMDRS; - Monitoramento; - Orientação técnica para o manejo adequado; - Efetivação do Cadastro Ambiental Rural (CAR); - Implantação do Plano ABC Pará; - Pagamentos por Serviços Ambientais; - Projetos de Recuperação e Conservação de Recursos Naturais, do INCRA. <p><i>Piscicultura:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacitação técnica; - Fiscalização; - Licenciamento ambiental; - Outorga da água; <p>Legislação ambiental municipal.</p> <p><i>Criação de animais:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Outorga da água; - Legislação Ambiental municipal; - Licenciamento ambiental; - Vigilância sanitária. 	Municipal, estadual e federal

Fonte: Pesquisa de campo.

A separação da administração das secretarias de meio ambiente, de obras e de agricultura é uma forma não recomendável de gestão. O comprometimento dos recursos hídricos pelas atividades econômicas é observado pela equipe da gestão municipal que afirmou não fazer acompanhamento; e pelos vereadores, que relataram levantamento das atividades impactantes, mas não apresentaram medidas de contenção.

Alguns instrumentos de planejamento e gestão enfocam o desenvolvimento sustentável e envolve a participação da sociedade organizada, sendo utilizados atualmente como estratégia para resolver os problemas ambientais e evitar conflitos pelos usos dos recursos naturais. Dentre os instrumentos, destacam-se: o Plano Diretor Municipal de Tracuateua (PDMT); a AGENDA 21 local; o Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (PMDRS) ou o Plano de Desenvolvimento Local Sustentável (PDLS).

Iniciando pela situação da água para abastecimento humano na área urbana, os cursos d'água desta área recebem efluentes não tratados, expondo os mananciais à contaminação por infiltração de água de esgotos sanitários e pela lavagem das vias públicas no período chuvoso, conforme relatado pelo gerente da COSANPA. O solo arenoso da região tem alta permeabilidade facilitando a contaminação do lençol freático. A localização do cemitério no centro urbano também contribui para a alteração da qualidade da água através da percolação do necrochorume.

A rede de abastecimento público (COSANPA), a mais exposta aos riscos de contaminação, é antiga, sendo insuficiente e inadequada para atender toda a área urbana, mais precisamente no período de estiagem, apesar de pequenos sistemas de abastecimento serem disponibilizados pela Prefeitura. Paralelo às ações de proteção dos mananciais de abastecimento já existente, é necessário seguir as recomendações de Silva et al. (2001): “buscar outros mananciais, mais volumosos e menos vulneráveis à poluição, para atender à demanda”.

Os autores citados afirmam que as condições dos sistemas de abastecimento de água estão relacionadas com a melhoria da qualidade de vida e com o aumento da vida média dos habitantes e, à medida que se aumenta a eficiência dos serviços de abastecimento de água, reduz-se a incidência de doenças relacionadas com a água reduzindo também, os gastos da saúde pública.

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/Pa (2003, s/p)⁷ estabelece medidas para garantir a disponibilidade e qualidade das águas destinadas ao abastecimento público:

Art. 24 Quando, no interesse da conservação, proteção ou manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços públicos de abastecimento de águas, se fizer necessário restringir a captação e o uso dessas águas, poderão ser delimitadas áreas destinadas à sua proteção e controle.

Art. 25 Para fins desta Resolução, as áreas de proteção e controle dos aquíferos classificam-se em: I - Área de Proteção Máxima - compreendendo, no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis à poluição e que se constituam em depósitos de águas essenciais para o abastecimento público; III - Área de Proteção de Poços e Outras Captações - incluindo a distância mínima entre poços e outras captações e o respectivo perímetro de proteção.

Art. 26 Nos casos de escassez de água subterrânea ou de prejuízo aos aproveitamentos existentes nas Áreas de Proteção Máxima, o Órgão Gestor dos Recursos Hídricos do Estado poderá: I - proibir novas captações até que o aquífero se recupere; II - restringir e regular a captação de água subterrânea estabelecendo o volume máximo a ser extraído e o regime de operação; III - controlar as fontes de poluição existentes, mediante procedimento específico de monitoramento; e IV - restringir novas atividades potencialmente poluidoras.

Barcellos et al. (2006) analisou a qualidade da água dos mananciais superficiais, sub-superficiais e subterrâneos de uma sub-bacia de Lavras, em Minas Gerais. Elaborou formulários para entrevistas aos proprietários com a finalidade de obter informações sobre formas de captação utilizadas, métodos de tratamento utilizados, percepção sobre os fatores que poderiam contaminar e poluir os mananciais de água. Registrou as observações e impressões pessoais dos aspectos gerais das atividades agropecuárias e fontes de contaminação que merecessem maior atenção.

O resultado mostrou que a ocupação do solo e as atividades antrópicas foram mais importantes para a determinação da qualidade sanitária da água que o tipo de manancial, e que 56% dos entrevistados afirmaram não fazerem qualquer tratamento na água de bebida. Os autores concluíram que isso determina a educação em saúde deve ser melhor desenvolvida nas escolas, para que as pessoas aprendam medidas sanitárias e preventivas.

Destacaram, ainda, um aspecto que deve ser bastante desenvolvido na percepção de populações rurais ou que utilizem fontes de água que não sejam submetidas ao tratamento clássico: as águas subterrâneas e sub-superficiais merecem a mesma preocupação de tratamento que as águas superficiais em locais onde há alta ocupação humana.

Com a publicação da Lei Nº 11.445, de 2007 (Lei de Saneamento Básico), todas as prefeituras têm obrigação de elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB),

⁷ Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2001/07/25/9760/>. Acesso em 24 de janeiro de 2016.

definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais relativo aos processos de: abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotamento sanitário, manejo adequado de resíduos sólidos e drenagem e manejo adequados das águas pluviais urbanas. Sem este instrumento estratégico de planejamento e gestão participativa, a Prefeitura não poderá receber recursos federais para projetos de saneamento básico. O Plano de Habitação é outro instrumento de gestão importante para evitar a ocupação inadequada em áreas próximas às margens de rios.

O trabalho em equipe, a fiscalização das obras e demais ações, regularização ambiental, elaboração de leis específicas para o município e o planejamento das atividades devem ser priorizados para que haja uma gestão municipal participativa e sustentável (DÉSTRO, 2010). Há necessidade urgente de uma gestão que priorize a conservação da água dos rios de Tracuateua. O Plano Diretor é a ferramenta principal do desenvolvimento urbano do município, utilizado como norteador de políticas públicas abrangentes buscando o fortalecimento de sua base econômica bem como o bem-estar e melhoria da qualidade de vida dos munícipes.

O Plano municipal tem validade de cinco anos a partir da data de entrada em vigor, ou seja, até setembro de 2011 e, deveria direcionar a elaboração de Planos específicos (habitação, obras viárias, resíduos sólidos etc.). No entanto, tem quase dez anos sem acompanhamento de implementação e revisão do que foi estabelecido conforme sugere no seu Artigo 154, sendo apenas um modelo de outros municípios para cumprir as exigências do artigo 182 da Constituição Federal de 1988 e do Estatuto das Cidades (lei 10.257, de 10 de julho de 2001); não está servindo de base para um desenvolvimento focado na qualidade do saneamento (água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos) para a preservação dos recursos hídricos.

Os municípios podem gerenciar a ocupação do solo, o manejo da água e a drenagem urbana e rural (DONADIO et al., 2005), visando a manutenção da qualidade e quantidade da água. Porém, é necessário interesse e preocupação da administração pública local em gerenciar os recursos naturais existentes de forma que o planejamento das ações do governo, tenha como prioridade a sustentabilidade. O artigo 7º do Plano Diretor de Tracuateua define a sustentabilidade (urbana) como “desenvolvimento local socialmente justo, ambientalmente equilibrado e economicamente viável, visando garantir qualidade de vida para as presentes e futuras gerações”.

A Política Nacional sob a Lei nº 9.433/1997, e Estadual sob a Lei nº 6.381/2001, de Recursos Hídricos, estabelecem dentre os seus fundamentos, que a gestão dos recursos

hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

O Programa “Municípios Educadores Sustentáveis”, do Ministério do Meio Ambiente, estimula, reconhece e apoia os espaços coletivos dos municípios que funcionam como espaços educadores, que formem cidadãos e cidadãs para a construção cotidiana da sustentabilidade e para a participação na gestão pública. Também estimula e apoia quando há a organização das instituições locais e a realização de parcerias para a construção de projetos educativos que conduzam à sustentabilidade. Como resultado, o município tem o fortalecimento da identidade, da autoestima, da cidadania, do pertencimento e do grau de satisfação com a vida cotidiana, gerando melhoria da qualidade de vida da população (MMA, 2005).

Existem ferramentas de educação ambiental que poderiam ser exploradas nos órgãos públicos para ajudar a população, principalmente crianças e adolescentes, a adotarem atitudes de conservação ambiental. As poucas atividades na área de educação ambiental têm sido feitas de formas isoladas e descontinuadas.

Portanto, para a resolução dos problemas observados na área de estudo, é necessário um trabalho de gestão compartilhada dos recursos naturais do município que pode ser iniciada com um mapeamento ambiental participativo – uma construção coletiva de informações espaciais, em que são identificadas e registradas as percepções dos moradores do local a ser estudado (HOLLANDA et al., 2012; MALLMANN et al., 2013).

O Plano Diretor Participativo de Tracuateua garante no artigo 8º que “a gestão da política urbana se fará de forma democrática, incorporando a participação dos diferentes segmentos da sociedade em sua formulação, execução e acompanhamento”. As formas de ocupação e de uso de uma bacia, disputas e conflitos, possibilidades de organização, são alguns exemplos de discussões que podem ser apoiadas pelo mapeamento participativo.

Estabelece-se, deste modo, uma ligação entre o conhecimento científico e a compreensão da importância de participação da população (PINTO et al., 2004; PINHEIRO et al., 2011; OLIVA-JÚNIOR; SOUZA, 2012), o que não permite o consumo da água dos mananciais de forma direta, tanto para consumo humano quanto para os animais beberem. Outras medidas devem ser tomadas: cercar todas as fontes de água para evitar o acesso direto dos animais nessas áreas (CALHEIROS et al., 2004), suspender a outorga dos direitos de uso da água para as atividades de piscicultura até adequação dentro das normas técnicas, e orientar os pecuaristas a utilizar o manejo correto das áreas de pasto, de modo a evitar a degradação da vegetação e a impermeabilização do solo nas áreas de recarga por excessivo pisoteio de animais.

A prática da aquicultura pode ser realizada em tanques escavados às margens de rios, necessitando de outorga para captação de água por adução até os tanques e de outorga para lançamento dos efluentes provenientes dos tanques (ANA, 2013). Conejo (1993) cita que é necessário conhecer a capacidade de assimilação de poluentes e os processos físicos e bioquímicos que definem a qualidade da água em diferentes situações, outro ponto básico para se definir critérios de outorga.

O uso da água para a criação e dessedentação de animais também necessita de outorga, após a avaliação das demandas de água para estes fins, devendo levar em conta as características físicas dos sistemas de criação (intensiva, extensiva, confinada, etc.), a quantidade de animais de cada espécie, a previsão de crescimento dos rebanhos e os consumos, usualmente indicados em literatura específica (ANA, 2013).

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Pará, dispõe sobre a outorga de direitos de uso de recursos hídricos no âmbito do Estado, por meio da Resolução CERH Nº 3, de 3 de setembro de 2008:

Art. 9º Estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos dos recursos hídricos: I - derivação ou captação de parcela da água existente em corpo de água, para o consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo; II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; III - lançamento de esgotos e demais resíduos, tratados ou não, em corpo de água, com o fim de sua diluição, autodepuração, transporte ou disposição final; IV - aproveitamento de potenciais hidrelétricos; V - utilização das hidrovias para o transporte; VI - outros usos e interferências em um corpo de água.

Na sequência, o Artigo 10 vem tratar das condições que dispensam os usuários da outorga, conforme se descreve a seguir:

Art. 10 Independem de outorga, conforme definido em regulamento: I - o uso dos recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural; II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes; e III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

Tomando como base, que a outorga deverá preservar os usos múltiplos da água, o documento indica os critérios para avaliação da necessidade de outorga definidos no Artigo 11:

Art. 11 A outorga será deferida em função do nível de disponibilidade hídrica da bacia/região hidrográfica, considerando: I - o volume outorgável: máximo volume que pode ser outorgado em um corpo hídrico, sendo composto pela soma do volume já outorgado com o volume ainda disponível para outorga; II - a quantidade mínima de água: para prevenção da degradação ambiental e manutenção dos ecossistemas aquáticos; III - a quantidade mínima de água: para manutenção das características de navegabilidade do corpo de água; IV - o balanço hídrico na área afetada: em seus aspectos quantitativos e qualitativos, e suas variações ao longo do tempo; e V - o aumento de disponibilidade hídrica: gerada na(s) bacia(s) hidrográfica(s), quando couber, pela regulação, por exemplo, pelas barragens.

Onde há nascentes perturbadas ou degradadas, Crispim et al. (2012) recomendam a técnica de recuperação e proteção de nascentes. O método discutido pelos autores consiste em limpar o entorno das nascentes manualmente, retirando materiais orgânicos como raízes, folhas, galhos e lama. Em seguida, coloca-se pedra rachão (preencher toda nascente) para instalar as tubulações. A cabeceira é vedada com uma mistura feita com solo peneirado, cimento e água. No entanto, fazem o alerta para que, ao construir essa proteção, deve-se comunicar a interferência a ser autorizada pelos órgãos competentes.

Para o caso de nascentes que apresentam vazões irregulares, tanto em escala diária, mensal ou anual, os autores destacam a necessidade da interferência humana com o objetivo de conservar e aumentar a produção de água, por meio do aumento da infiltração e da diminuição da evapotranspiração ou, sempre que possível, pela combinação das duas e sempre dar preferência às técnicas vegetativas de conservação e em segundo lugar as técnicas mecânicas.

Pelo INCRA é possível incluir várias famílias no Programa Bolsa Verde para servir de incentivo às ações de recuperação de áreas degradadas. O Programa “Produtor de Água”, desenvolvido pela Agência Nacional de Águas, é também um pagamento por serviços ambientais (PSA) que apoia projetos que visem a redução do assoreamento de mananciais no meio rural, direcionado aos produtores rurais que se proponham a adotar práticas sustentáveis de produção, ou seja, manejos em suas terras voltadas à conservação da água e do solo.

O programa apoia recuperação e proteção de áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente e também a adequação de estradas vicinais, em que alguns pontos o curso d'água atravessa a estrada, um problema que tem afetado os corpos hídricos, pois segundo Calheiros et al. (2004), a maioria das estradas construídas no meio rural perto de rios e nascentes, não passou por um planejamento adequado com o objetivo de proteger os mananciais. Assim, por serem terrenos naturalmente mais planos, realizam-se cortes para construção da estrada em locais indevidos do terreno, deixando o solo exposto a diferentes processos de erosão além de que as estradas expõem essas áreas ao acesso de homens, animais e trânsito de veículos.

O Plano ABC Pará dá incentivos aos produtores rurais para a adoção de técnicas agrícolas sustentáveis. Portanto, os arranjos institucionais adequados, como parcerias com a Embrapa Solos e Secretaria Estadual de Agricultura são importantes para buscar informações, capacitação técnica e tecnologias para as políticas públicas do município (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 1999). Os produtores rurais precisam de técnicas de cultivos que incentivem a utilização de insumos e defensivos agrícolas orgânicos e a redução do consumo de água para irrigação, assim como a realização da semeadura com o plantio direto.

A rotação de culturas, os sistemas integrados e a adubação verde, aumentam a fertilidade, a quantidade de matéria orgânica e a porosidade do solo, tendo como resultado melhor absorção da água da chuva, resultando em práticas sustentáveis, em contraste com a atual que ainda utiliza corte e queima no manejo (Projeto PAIS - Produção Agroecológica Integrada e Sustentável)⁸.

O Posto da COSANPA de Tracuateua já iniciou a instalação de medidores de água em algumas residências onde foi constatado consumo elevado, e cortes do abastecimento em lava-jatos. Isso ajuda a minimizar o desperdício de água tanto nas residências quanto nos órgãos públicos e estabelecimentos comerciais. Para os casos de desperdício de água é necessário instalar medidores (hidrômetros) da água consumida, para tarifação conforme o consumo, fazendo com que os gastos que são igualmente compartilhados, sejam redimensionados para que as famílias tenham noção da quantidade consumida, ajudando no controle.

As fiscalizações na rede de distribuição para evitar vazamentos e usos inadequados como em lava-jatos também são medidas que evitam o desperdício e reduzem a falta de água para o abastecimento humano. As contas de consumo deveriam fornecer informações sobre os resultados de qualidade da água do município, pois é direito do consumidor o acesso a esses dados. Orientar ainda, para as formas de tratamento, redução e reutilização da água.

É necessário fiscalizar também as caixas d'água de uso comunitário para evitar as ligações clandestinas e ter um melhor controle da quantidade consumida; definir com a comunidade a responsabilidade pela limpeza para que seja realizada com maior frequência e

⁸ O projeto PAIS - Produção Agroecológica Integrada e Sustentável - é uma metodologia de produção de hortaliças, frutíferas e criação de pequenos animais com bases agroecológicas, sem uso de agrotóxicos. Incentiva a diversificação da produção e evita o desperdício de alimento, água, energia, e tempo das famílias envolvidas. É uma tecnologia social patrocinada pela Petrobras e Fundação Banco do Brasil utilizada e experimentada por agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais, assentados de reforma agrária e participantes de programas sociais do Governo Federal em todo o País, pois busca o desenvolvimento de técnicas produtivas de baixo custo e que integrem no mesmo local a produção animal e vegetal a partir da mão de obra familiar como fonte para melhoria da alimentação, nutrição e renda das famílias envolvidas.

informar sobre a forma ou falta de tratamento da água da caixa antes de chegar nas residências.

O Conselho Municipal de meio ambiente, as associações quilombolas, agrícolas, o sindicato dos trabalhadores rurais, ONGs e demais associações devem formar parcerias. É importante aproximar os diversos setores do município dos problemas locais e incentivar sua atuação para a melhoria do ambiente por meio da conscientização desses problemas, afim de promover criação de hábitos de consumo e mudanças de atitude no trato com os recursos naturais.

A Prefeitura Municipal adquiriu o campo experimental da Embrapa. Esta área é extensa, tem curso d'água e sua forma de ocupação é motivo de discussão porque já foi utilizada para a criação de bubalinos – um projeto de desenvolvimento para o município – e para a instalação do centro administrativo municipal. A população propõe que a área, excluindo o centro administrativo, seja utilizada como área verde para lazer, o que é aceito por alguns Secretários Municipais, mas ainda não foi apresentado projeto.

Como sugestão para esta proposta deve ser acrescentada a recuperação e proteção da margem do curso d'água, o plantio de espécies nativas e árvores frutíferas como mangueira, jambeiros (já existentes), cajueiro, e também árvores ornamentais, como os ipês amarelos. A criação desta área de preservação ecológica pode despertar nos munícipes e demais visitantes a observação e adoção de práticas para a conservação ambiental.

Visto o centro administrativo estar inserido nesta área, esta pode também ser aproveitada pela Secretaria de Meio Ambiente para o cultivo de mudas que podem ser disponibilizadas tanto para distribuição aleatória quanto para planos de recuperação de áreas degradadas, para incrementar a renda dos produtores rurais e para a conservação ou replantio das matas ciliares situadas ao longo dos cursos d'água do rio Tracuateua.

A Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua, com seu novo Acordo de gestão definido em outubro de 2015, propôs recuperação de mananciais, reflorestamento e algumas medidas de contenção e fiscalização de crimes ambientais, mas sua abrangência limita-se à área da Reserva. Faz-se necessário a Prefeitura adotar ações que fortaleçam o que foi estabelecido dentro do Acordo, pois a RESEX está dentro dos limites de Tracuateua e depende da disponibilidade de água doce tanto para a manutenção da área quanto para a garantia de continuidade das atividades extrativistas e de pesca.

A administração pública municipal deve também apresentar sugestões para a prática de rotação de cultura e de cultura consorciada, o que não é praticado por 88% e 25% dos agricultores pesquisados, respectivamente. A maioria utiliza o esterco de gado como adubo

para os cultivos, e orientá-los para a integração lavoura pecuária pode evitar o avanço da atividade em outras áreas e aumentar a produção.

O governo estadual tem desenvolvido programas de incentivo aos municípios que contribuem para a redução do desmatamento e para o aumento de práticas conservacionistas. O Programa Municípios Verdes (PMV) foi lançado em 2011, com o objetivo de reduzir o desmatamento e mudar a base na economia rural, considerada extensiva e predatória. Dos 144 municípios do Estado, 104 aderiram ao programa e se comprometeram em reduzir o desmatamento. Tracuateua ainda não aderiu ao Programa (PARÁ, 2013).

Outra iniciativa do Estado do Pará é o ICMS Verde, estabelecido pela Portaria da SEMA/PA Nº 1.562, de 27 de junho de 2013, em que define os critérios e indicadores ambientais para repasse da parcela do ICMS Verde aos municípios do Pará, calculados através de índices. Além da existência de comunidade indígenas, quilombolas, área de preservação permanente, considera a existência de um estoque mínimo de cobertura vegetal e a redução do desmatamento nos municípios, e a porcentagem da área cadastrável do município inserida no Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA (IOEPA, 2013).

Bassi (2002) apresenta em seu trabalho os benefícios dentro e fora do local de estudos a partir da implementação de práticas para melhor gestão da microbacia do Lajeado São José, em Chapecó/SC, pelo Projeto do Banco Mundial de gestão da terra II, entre 1988 e 1997. A bacia era ocupada principalmente por culturas anuais, seguido por pastagem e florestas. O resultado mostrou uma significativa melhoria na qualidade da água, redução da degradação do solo, evolução da produtividade das culturas e aumento de renda para as famílias rurais.

A participação ativa da sociedade e a organização dos usuários da terra, foram dois fatores citados como essenciais para o sucesso do projeto, seguidos pela estratégia técnica, pesquisa, sistema de monitoramento, também considerados como de grande relevância para os novos projetos de gestão em microbacias hidrográficas.

6 CONCLUSÕES

O manejo do solo e da água

A grande riqueza do município de Tracuateua está na disponibilidade de água distribuída em toda a sua extensão, o que contribui para o desenvolvimento econômico local sustentado pela atividade pecuarista e principalmente agrícola, tanto a empresarial, quanto a familiar, em que está inclusa a de autoconsumo (subsistência).

As formas de manejo do solo e da água para as necessidades humanas e econômicas têm contribuído para diminuir a qualidade dos recursos hídricos e para a redução dos níveis de água dos rios e, conseqüentemente, do lençol freático.

Com o estudo da bacia do rio Tracuateua foi possível identificar quais formas de uso e ocupação do solo estão produzindo impacto na água dos mananciais do município. As principais perturbações encontradas foram a ocupação urbana desordenada, compactação do solo pelo gado, presença de resíduos agrícolas e lixo, desmatamento, queimadas, deposição de sedimentos e de esgotamento sanitário.

Em relação à população, há falta de conhecimento sobre legislação ambiental e de técnicas adequadas para o manejo dos recursos hídricos e do solo. Portanto, estes problemas devem representar uma preocupação central para o desenvolvimento urbano e rural sustentável.

A gestão, as políticas públicas e a sociedade participativa

A maior parte do grupo entrevistado na pesquisa (72%) reside no município desde o nascimento e apresenta percepção das mudanças ocorridas no ambiente, em especial nos recursos hídricos do município no decorrer dos anos, com indicação das possíveis causas dessas mudanças. Esta percepção facilita para a execução de ações em conjunto, em que a participação da população é fundamental para a restauração do equilíbrio ecológico, como o reflorestamento e a recuperação dos mananciais.

Nas observações de campo, os impactos nos recursos hídricos são provocados principalmente pelos agricultores e criadores de animais. A utilização dos cursos d'água para a maceração da mandioca e dessedentação de animais tem contribuído para as alterações na disponibilidade de água.

Em relação à gestão pública, o grande desafio é incentivar a iniciativa do Poder Público para a mobilização da participação social e articulação das secretarias municipais na gestão dos recursos hídricos do município, pois, além do que está sendo apontado, falta

implantação de um Plano de Saneamento básico, incluindo o tratamento adequado dos resíduos sólidos.

Cerca de 76% das pessoas entrevistadas apontaram problemas ambientais no município e apesar de 99% afirmarem não participar de nenhuma ação de gestão dos recursos hídricos, 91% confirmaram a participação em ações para a melhoria do meio ambiente caso fossem convidados a discutir questões ambientais do município, e 64% teriam sugestões para resolver os problemas ambientais observados.

A Câmara Municipal de Vereadores deve priorizar a criação de leis no intuito de disciplinar e ordenar o uso e ocupação do solo, a utilização dos recursos hídricos, a fim de proteger os mananciais e contribuir para as ações do Acordo de gestão da RESEX. As leis municipais de meio ambiente podem complementar as leis federal e estadual, assim como podem ser criadas para atender aos interesses e necessidades locais, podendo integrar à Lei Orgânica do Município e inserir seus códigos ambientais, Planos Diretores, Decretos, entre outros instrumentos de Legislação Municipal.

As associações de Produtores das comunidades rurais e o Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Tracuateua devem incentivar a participação dos produtores em associações, pois quase a metade do grupo entrevistado não tem representatividade, o que é importante para viabilizar orientações direcionadas aos agricultores e criadores de animais sobre práticas sustentáveis de manejo do solo e da água.

Portanto, além da necessidade urgente e conforme as respostas dos moradores de Tracuateua, há a possibilidade de participação social para ajudar na recuperação e gestão dos recursos hídricos do município, que aliado às metodologias disponíveis por vários órgãos estaduais e federais com vistas à sustentabilidade ambiental, às demais ferramentas que auxiliam para o monitoramento de áreas e parcerias institucionais dentro do município, é possível resolver os problemas ambientais percebidos por meio da gestão participativa e compartilhada dos recursos naturais de Tracuateua.

O artigo 5º do Plano Diretor de Tracuateua diz que a cidade cumpre suas funções sociais na medida em que assegura o direito de todos os seus habitantes: o acesso ao saneamento, à saúde e ao patrimônio histórico, cultural, paisagístico, ambiental e artístico. Deste modo, a pesquisa não se encerra fechando parâmetros nem estereótipos, mas deixa os leitões hídricos da academia direcionado para novas fontes de investigação, porque o estudo de campo se reelabora todos os dias em caminhos que vão sendo percorridos pelo ser humano.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. B. **Restauração ecológica de matas ripárias: uma questão de sustentabilidade.** Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, 2010. 75p.
- ALVES, R. M.; PINHEIRO, F. S. V.; PINHEIRO, E.; PEREIRA, J. P. Comportamento de clones amazônicos de seringueira em Tracuateua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 10, p. 1465-1470, 1982.
- ALVES, R. N. B.; MODESTO JUNIOR, M. S. Efeito de calcário, rocha fosfatada e NPK associado ao método de parcagem como fertilização do solo para produção de mandioca no município de Tracuateua, Estado do Pará. **Revista Ciência & Desenvolvimento**, v. 9, p. 25-32, 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Água na medida certa: a hidrometria no Brasil.** Brasília-DF, 2012, 72p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Caminho das águas.** Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente. Fundação Roberto Marinho, 2006. 112 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos.** Brasília-DF, 2013. 252 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios. Módulo 2: bases conceituais para monitoramento de águas continentais.** Brasília-DF, 2014, 39p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Planejamento, manejo e gestão de bacias. Unidade 1 – a bacia hidrográfica.** Brasília-DF, [s.d.]. 55p. Disponível em <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/82/2/Unidade_1.pdf>. Acesso em 8 de janeiro de 2015.
- ANDRADE, A. C.; MULLER, A. L.; KUHN, D. Feliz e o desenvolvimento de pequenas Municipalidades. Feliz e o desenvolvimento de pequenas Municipalidades. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 2, n. 2, p. 184-195, 2014. Disponível em: <<https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/495>>. Acesso em: 02 fev. 2018.
- ANDRADE, A. G.; PORTOCARRERO, H.; CHAVES, T. de A.; LIMA, J. A. S.; BARROSO, D. G.; CAMPOS, T. M. P. Manejo de solo, água, planta e resíduo para o Manejo de solo, água, planta e resíduo para o controle da erosão e recuperação de áreas degradadas. In: SEMINÁRIO DA REDE AGROHIDRO, 1., 2012, Rio de Janeiro. **Água: desafios para a sustentabilidade da agricultura: anais.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014. p. 52-54.
- ANDRADE, L. N. Autodepuração dos corpos d'água. **Revista da Biologia**, v. 5. p. 16-19, 2010.
- ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca sustentabilidade.** 2004. 193f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- AVIZ, F. R. S.; PINHEIRO, M. F. D. O território usado dos campos naturais em Tracuateua-PA: análise ambiental a partir da territorialidade produtiva e seus possíveis impactos. **Revista Geonorte**, Edição especial 3, v. 7, n. 1, p. 537-554, 2013.

- BALIEIRO, F. C.; TAVARES, S. R. L. Revegetação de áreas degradadas. In: TAVARES, S. R. L. et al. (Orgs). **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto de diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2008, p. 174-210 (Documento, 103).
- BAKONYI, S. M. C. **Manejo e recuperação de áreas degradadas**. Paraná: IFPRI, 2012.
- BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A.F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008.
- BARCELLOS, C. M.; ROCHA, M.; RODRIGUES, L. S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J.; JESUS, E. F. M.; ROLIM, R. G. Avaliação da Qualidade da Água e Percepção Higiênico-Sanitária na Área Rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno Saúde Pública**, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, 2006.
- BASSI, L. Valuation of land use and land management impacts on water resources in Lajeado São José micro-watersheds, Chapeco, Santa Catarina State, Brazil. **Land-Water Linkages in Rural Watersheds Case Study Series**, Rome: FAO, 2002. 18p.
- BHADURI, B. 1; HARBOR, J.; ENGEL, B.; GROVE, M. Assessing watershed-scale, long-term hydrologic impacts of land-use change using a GIS-NPS model. **Journal of Environmental Management**, v. 26, n. 6, p. 643-658, 2000.
- BORSOI, Z.; LANARI, N. L.; CAMISÃO, M. L. C. Tratamento de esgoto: tecnologias acessíveis. **Informe Infraestrutura**, n. 16, nov. 1997. Disponível em:<https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/infra/g7416.pdf>. Acesso em 2 de março de 2016.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Política Nacional de Recursos Hídricos.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- BRASIL. **Lei, nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Estatuto da cidade, 2001.
- BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa n. 007 de 17 de maio de 1999**. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004**. Brasília-DF: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28p. (Série E. Legislação em Saúde).

- CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida)**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios. PCJ - CTRN, 2004. 40p.
- CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M.; COSTA, A. M. Alocação e realocação do direito de uso da água: uma proposta de modelo de mercado limitado no espaço. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 2, 2002, p. 5-16.
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; MARTINS, S. V.; SOARES, C. P. B. Caracterização hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 249-256, 2006.
- CARVALHO, A. P. V; BRUMATTI, D. V.; DIAS, H. C. T. Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 148-156, 2012.
- CASTRO, E. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 8, n. 2, p. 5-39, 2008.
- CASTRO, S. B.; CARVALHO, T. M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo – GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Scientia Plena**, v. 5, n. 2. p. 1-7. 2009.
- CASTRO, D.; MELLO, R. S. P.; POESTER, G. C. (Org.). **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse, 2012, 60 p.
- CASTRO, P. S. Bacias de cabeceira: verdadeiras caixas d'água da natureza. **Ação Ambiental**. p. 9-11, 1999.
- CASTRO, P. S.; GOMES, M. A. Técnicas de conservação de nascentes. **Ação Ambiental**. p. 24-26, 2001.
- CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. **Manejo integrado de bacia hidrográfica**. Alegre-ES: UFES, 2006, 10p.
- CHAGAS, A. T. R. O questionário na pesquisa científica. **Administração online**, v. 1, n. 1, 2000.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. **Estudo do processo de fabricação da farinha de mandioca**. Brasília-DF: EMBRAPA, 2006, 73 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1980, 188p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Publicada no DOU nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008**. Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, págs. 64-68. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências, 2008.

CONEJO, J. G. L. A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos. **Revista de Administração Pública**, v. 27 n. 2, p. 28-62, 1993.

COSTA, E. J. S.; ALMEIDA, H. G. **Mapa geológico e mapa de favorabilidade para tipos de jazimentos minerais. município de Tracuateua**. Belém: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, 1998. Informações para gestão territorial – GATE. (Programa de Integração mineral em municípios da Amazônia – PRIMAZ).

CRISPIM, J. Q.; MALYSZ, S. T.; CARDOSO, O. I; PAGLIARINI JUNIOR, S. N. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica Rio do Campo no município de Campo Mourão – PR. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 781-790, 2012.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente—o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. suppl spe, p. 68-87, 2010.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1966. 372p.

DÉSTRO, G. F. G. Diagnóstico físico-conservacionista no estudo dos conflitos de uso da terra em microbacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 525- 534, 2010.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 115-125, 2005.

DORIA, M. F. Factors influencing public perception of drinking water quality. **Water Policy**, v. 12, p. 1-19, 2010.

ALVES. A. A. C.; SILVA, A.F. **Embrapa mandioca e fruticultura**. Sistemas de Produção, 12. ISSN 1678-8796 Versão eletrônica. Jan/2003. Cultivo da Mandioca para a Região Semi-Árida. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fcklclcu5n02wx5eo0a2ndxy9v2ubl4.html>. Acesso em 3 de março de 2017.

FADEL, A. W.; CAMPOS, H. A. Gestão urbano-metropolitana com base em bacias hidrográficas: uma experiência interinstitucional entre Porto Alegre e Viamão (RS). **Encontros Nacionais da ANPUR**, v. 15, p. 1-19, 2013.

FELKER, R. M.; PERIUS, C. D.; DORR, A. C.; PIAZZA, E. M.; STEFANELLO, M. M. Levantamento do Perfil Ambiental dos Produtores Rurais de São Valentim, Santa Maria – RS. **Desafio** [online], v. 1, n. 3, 2013. Disponível em <<http://www.seer.ufms.br/index.php/deson/article/view/1121>>. Acesso em 2 de fevereiro de 2018.

FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 617-623, jul./ago. 2004.

FERREIRA, R. A.; AGUIAR NETTO, A. O.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS, B. L.; MATOS, E. L. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, Estado de Sergipe: da degradação à restauração. **Revista Árvore**, v. 35, p. 265-277, 2011.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002, 127p.

FREIRE, C. C.; OMENA, S. P. F. **Princípios de hidrologia ambiental**. Brasília-DF: CNPq/Ministério de Ciência e Tecnologia/CTHidro/UFSC-UFAL, 2005, 203p.

GALVÍNCIO, J. D.; SOUSA, F. A. S.; SRINIVASAN, V. S. Balanço hídrico à superfície da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n. 3, p. 135-146, 2006.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1988, 291p.

GÊNOVA, K. B.; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de Cerrado. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, n. 2, p. 189-200, 2007.

HOEFFEL, J. L.; SORRENTINO, M.; MACHADO, M. K. Concepções sobre a natureza e sustentabilidade um estudo sobre percepção ambiental na bacia hidrográfica do Rio Atibainha–Nazaré Paulista/SP. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 2., 2008, Indaiatuba - São Paulo – Brasil. **Anais...** Indaiatuba - São-Paulo – Brasil, 2008. v. 1, p. 1-20.

HOLLANDA, M. P.; CAMPANHARO, W. A.; CECÍLIO, R. A. Manejo de bacias hidrográficas e a gestão sustentável dos recursos naturais. In: MARTINS, L. D.; HANNAS, T. R.; VENTURA, R. C. M. O.; ALVIM-HANNAS, A. K.; MENDONÇA, J. A.; FÚCIO, L. H.; LONGO, L. B. F.; LAMAS, L. P. A.; SILVA, L. B.; FURTADO, L. B.; COSTA, M. O.; SILVA, R. C. S. (Org.). **Atualidades em desenvolvimento sustentável**. Manhuaçu: FACIG, 2012. v. 1, p. 57-66.

IMPRESA OFICIAL DO ESTADO DO PARÁ (IOEPA). Secretaria Especial de Estado de Gestão. **Edição de 28 de junho de 2013**. Disponível em: <<http://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2015/11/2013-06-27-Portaria-SEMA-1562-ICMS-Verde.pdf>> Acesso em 21 de janeiro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília, IBAMA, 1990, 96 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, V. 74, 2014, 458p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Brasília-DF, v. I, 2009. (Série Legislação ICMBio).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. **Banco de Dados de Queimadas**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>. Acesso em 11 de janeiro de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **PRODES**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/atrmunic.php?ID=1508035&ano=2014&>>. Acesso em 5 de janeiro de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE); EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **TerraClass. Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia**. Disponível em <http://www3.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2012.php>. Acesso em 22 de janeiro de 2016.

KONRAD, C. P. **Effects of urban development on floods**. Tacoma, Washington: U.S. Geological Survey Fact Sheet, 2003.

LEITE, E. B.; ANDRADE, M. A. Percepção ambiental da comunidade imediata ao entorno do “parque” municipal Felisberto neves, Betim-MG. **Sinapse Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 60-74, 2007.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba-SP: ESALQ/USP, 2008. 245p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (orgs). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 33-44.

LIRA, E. M.; NASCIMENTO, F. I. C.; ALMEIDA, G. O. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé Amaro, Acre-Brasil. **Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 606-612, 2012.

LLANILLO, Rafael Fuentes et al. Tillage systems on annual crops in Brazil: figures from the 2006 Agricultural Census Sistemas de preparo de solo em lavouras temporárias no Brasil: números do Censo Agropecuário de 2006. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3691-3698, 2013.

LOPES, L. H. M. Uso e cobertura do solo no município de Tailândia-Pa utilizando o TM/LANDSAT e técnica de classificação não-supervisionada. **ENGEVISTA**, v. 10, n. 2, 2008.

MACEDO, A. C. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 24p.

MACEDO, C. F.; SIPAUBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MALLMANN, L. Z.; ECKHARDT, R. R; REMPEL, C.; PERICO, E. Análise da sustentabilidade ambiental e econômica de pequena propriedade rural do RS. **Estudo & Debate**, v. 20, n. 1, p. 7-20, 2013.

MARIN, A. A.; TORRES, O. H.; COMAR, V. A educação ambiental num contexto de complexidade do campo teórico da percepção. **Interciência**, v. 28, p. 616-619, 2003.

MENEZES, J. P. C.; BERTOSSI, A. P. A. Percepção ambiental dos produtores agrícolas e qualidade da água em propriedades rurais. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 27, p. 22-33, 2011.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). **Agricultura familiar do Pará lidera produção nacional de mandioca**. Disponível em:

<<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agricultura-familiar-do-par%C3%A1-lidera-produ%C3%A7%C3%A3o-nacional-de-mandioca>>. Publicado em 3 de agosto de 2016. Acesso em: 2 de março de 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Programa município educadores sustentáveis**. Brasília-DF, 2005. 27 p.

MUCELIN, C. A.; M, BELLINI. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

NASCIMENTO, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, p. 81-97, 2011.

NEVES, L. O.; ANDRADE, V. M. LOLA, A. C.; FERREIRA, W. P. Balanço de energia em uma cultura de feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, n. 01, p. 21-30, 2008.

OLIVA JÚNIOR, E. F.; SOUZA, I. S. Os impactos ambientais decorrentes da ação antrópica na nascente do Rio Piauí - Riachão do Dantas/SE. **Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira**, Ano v, n. 7, 17p. 2012.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; SANTOS, P. L.; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A. **Zoneamento agroecológico do município de Tracuateua, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, 45p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 15).

OLIVEIRA, A. V.; BRANDÃO, J.; DAL PUPO, H. D. Análise microbiológica da água coletada de poços rasos e poços artesianos no município de Boa Vista-Roraima. **Caderno de Ciências Biológicas e da Saúde**, n. 5, 6p. 2015.

OLIVEIRA, K. A.; CORONA, H. M. P. A Percepção Ambiental como ferramenta de propostas educativas e de políticas Ambientais. **ANAP BRASIL. Revista Científica**. Ano I, n. 01, 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (ONU/BRASIL). **COP21: ONU destaca iniciativas para evitar desmatamento e ameaças à agricultura sustentável**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/cop21-onu-destaca-iniciativas-para-evitar-desmatamento-e-ameacas-a-agricultura-sustentavel/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

PALMA, I. **Análise da percepção ambiental como instrumento ao planejamento da educação ambiental**. 2005. 83f. Dissertação (Mestrado) - PPGEM/UFRGS, Porto Alegre, 2005.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 59 – 122.

PARÁ. **Estatística municipal: Tracuateua**. Belém-Pará: Governo do Estado/Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará - IDESP, 2014, 48p.

PARÁ. **Portaria nº. 1.562**, de 27 de junho de 2013. Publica os dados e informações referente aos critérios para repasse do ICMS Verde aos municípios.

PARÁ. **Programa municípios verdes**: diagnóstico da gestão ambiental dos municípios paraenses. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico Social e Ambiental do Pará - IDESP; Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON, 2013, 53 p.

PARÁ. **Proposta de regionalização da gestão dos resíduos sólidos no estado do Pará** (Relatório 2). BRENCORP Consultoria, Meio Ambiente e Empreendimentos. Contrato N° 034/2012, 2013, 288p.

PARÁ. **Resolução Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos**: CERH N° 3, de 3 de setembro de 2008. Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/download/cerh-geout/Resolucao_CERH_n_03.pdf>. Acesso em 24 de janeiro de 2016.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. **Lei N° 6.381/01** e legislação complementar. Belém: SEMA, 2008.

PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 303-326, 2001.

PEREIRA, J. B.; ALMEIDA, J. R. Biogeografia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004. p. 195-247.

PINHEIRO, A.; BERTOLDI, J.; VIBRANS, A. C.; KAUFMANN, V.; DESHAYES, M. Uso do Solo na zona ripária de bacias agrícolas de pequeno a médio porte. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1245-1251, 2011.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; Ferreira, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, v. 65, p. 197-206, 2004.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A. **Hidrologia de superfície**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

PIRES, C. S. **Efeitos do processamento artesanal de raízes de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e plantas de malva (*Urena lobata L.*) sobre a hidrobiogeoquímica de microbacias do Nordeste do Pará**. 2011. 148f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Instituto de Geociências, UFPa, 2011.

PISSARA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 297-305, 2004.

QUEIROZ, M. F.; CARDOSO, M. C. S.; SANTANA, E. M.; GOMES, A. B.; RIQUE, S. M. N.; LOPES, C. M. A qualidade da água de consumo humano e as doenças diarreicas agudas no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Revista Brasileira Epidemiol. Suplemento Especial** v. 456, p. 456-462, 2002.

REBOUÇAS, A. C. Água e desenvolvimento rural. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 327-344, 2001.

RESENDE H. C.; MENDES D. R.; MENDES, J. E. G.; BERNARDES, W. A. Diagnóstico e ações de conservação e recuperação para as nascentes do Córrego-feio, Patrocínio, MG. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 112-119, 2009.

ROCHA, P. C. Indicadores de alteração hidrológica no alto rio Paraná: intervenções humanas e implicações na dinâmica do ambiente fluvial. **Sociedade e Natureza**, v. 22, n. 1, p. 191-211, 2010.

RODRIGUES, M. L.; MALHEIROS, T. F.; FERNANDES, V.; DARÓS T. D. A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais. **Revista de Saúde Social**, v. 21, supl. 3, p. 96-110, 2012.

ROPPA, C.; FALKENBERG, J. R.; STANGERLIN, D. M.; BRUN, F. G. K; BRUN, E. J.; LONGHI, S. J. Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na Vila Estação Colônia – Bairro Camobi, Santa Maria – RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 2, p. 11-30, 2007.

SÁ, T. D. A.; KATO, O. R.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIREDO, R. O. Queimar ou não queimar? De como produzir na Amazônia sem queimar. **Revista USP**, v. 72, p. 90-97, 2006/2007.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA DO PARÁ (SAGRI). **Banco de dados**. 2012. Disponível em: <<http://sedap.pa.gov.br/pagina/agricultura>>. Acesso em 15 de dezembro de 2016.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANTOS, D. B.; VIDOTTO, M. L.; BERTINATTO, R.; MARCON, G. R. S.; FRIGO, E. P. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel, PR. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 7-18, 2012.

SANTOS, G. V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. N. C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 3, p. 931-940, 2007.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos. 2004, 184 p.

SILVA, A. C. L. D.; SOARES, F. G.; LIMA, G. S. A. D.; TEIXEIRA JR, R. G. A.; SILVA, R. G. L. D.; MAURÍCIO, R. G. Avaliação de mananciais usados em sistemas de abastecimento de água: estudos de caso. **Saneamento ambiental: desafio para o século 21**, p. 1-8, 2001.

SILVA, I. C. Estudo da capacidade de infiltração de água diante de diferentes usos do solo no município de Itapororoca/PB. **Revista Geonorte**, v. 1, n. 4, p. 648-662, 2012.

SILVA, J. M. O.; SILVA, E. V. Análise hidroclimática da bacia hidrográfica do Rio Pirangi/CE. **Revista Geonorte**, v. 1, n. 5, p. 346-358, 2012.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 207, p.15-20, nov./dez. 2000.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-156, 2007.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton-NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955, 104p.

- TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhões, MG**. 2005. 69f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- TRACUATEUA. **Plano Diretor de Tracuateua**. Tracuateua: Prefeitura Municipal, 2006.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRS/ABRH, 2004, 943p.
- TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e do uso do solo sobre os recursos hídricos**. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas: ANA, 2002, 150p.
- TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 1, p. 135-152, 1997.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.
- VIEIRA, T. A.; ROSA, L. D. S.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M. D.; MODESTO, R. D. S. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 04, p. 549-558, 2007.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.
- WHITE, P. C. L.; JENNINGS, N. V., RENWICK, A. R.; BARKER, N. H. Review: questionnaires in ecology: a review of past use and recommendations for best practice. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, n. 3, p. 421-430, 2005.
- ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 126-142, 2014.

ANEXOS

ANEXO A - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS:

Para subsidiar a escolha das perguntas foram consultadas dissertações de mestrado com trabalho de campo similar, manuais técnicos da EMBRAPA e sites com conteúdo sobre tipos de manejo do solo, características das atividades econômicas da região amazônica e modelos de práticas agropecuárias sustentáveis.

➤ **COSANPA - COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ - Empresa de abastecimento de água do estado do Pará com sede em Belém. É responsável por captar, tratar e distribuir a água para a área urbana do município.**

RESPONSÁVEL:

FORMAÇÃO ACADÊMICA:

TEMPO DE ATUAÇÃO NA GERÊNCIA:

1. O sistema é administrado por quem? Há parcerias?
2. A extração de água é superficial, subterrânea ou os dois?
3. Quantos são os poços de extração de água?
4. Qual a profundidade dos poços?
5. Qual o volume de água captada, tratada e distribuída?
6. Quantas residências são atendidas?
7. Há alguma estimativa do consumo/habitante?
8. Já houve, há ou está previsto problemas de falta de água para abastecer o município?
9. Quais os problemas enfrentados no processo de captação, tratamento e distribuição?
10. Tem sido feito investimentos para melhor captação, tratamento e distribuição da água?
11. Há algum bairro que não pode ser atendido pelo sistema? Por que?
12. Qual o tamanho da rede de distribuição?
13. Vocês recebem algum tipo de fiscalização? Por qual órgão?
14. Há alguma normatização que a empresa tenha que seguir?
15. Já foi detectada alguma forma de contaminação nos poços?
16. Há algum tipo de controle quanto à incidência de doenças que podem ser causadas pelo consumo da água?
17. Como é a forma de tratamento da água?
18. É realizada com que periodicidade o exame de qualidade da água?
19. Quais são os índices analisados nos exames?
20. Na sua opinião, há algum problema ambiental no município que pode estar afetando a qualidade e quantidade de água que é captada?
21. É desenvolvido algum tipo de programa de educação, entre os usuários, quanto à economia, ou desperdício de água?
22. Os responsáveis pela Companhia participam do processo de gestão de águas do município? Se sim, como?
23. Os municípios costumam comunicar quando há observação de desperdício de água, como, por exemplo, quando há vazamentos na rede de distribuição?

➤ **SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE**

RESPONSÁVEL:

FORMAÇÃO ACADÊMICA:

TEMPO DE ATUAÇÃO NA SECRETARIA:

a) A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO

1. Quais os problemas ambientais detectados no município?
2. Quais são os órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos do município?
3. Há ligações com outros órgãos estaduais, federais e municípios circunvizinhos para a gestão desses recursos?
4. Qual o resultado da avaliação que a administração municipal faz dos recursos hídricos de Tracuateua, em qualidade e quantidade?
 excelente bom regular insatisfatório
 Comentários: _____
5. O município possui alguma legislação específica quanto ao uso da água?
6. Quais os maiores desafios para a gestão dos recursos hídricos?
7. O município tem ou participa do comitê de bacia hidrográfica?
8. A sociedade civil participa de algum processo de gestão dos recursos hídricos?
9. Há algum tipo de conflito pelo uso da água?
10. É planejada a abertura de estradas vicinais? O que é feito quando necessário atravessar um curso d'água?
11. Como são tratadas as áreas de interesse ambiental, como as faixas de proteção de córregos, rios e nascentes?
12. Existe algum controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas? Quem realiza o estudo?
13. Como são escolhidos os pontos de amostragem da água?
 Pontual: _____ Periodicidade: _____
 Espacial: _____ Periodicidade: _____
 Sazonal
 Outros. Qual?
14. O município faz parte de algum programa de incentivo para melhoria da quantidade e qualidade de água (ex: Programa Produtor de Água, Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas e Conservação de Solos na Agricultura)?

b) INTEGRAÇÃO ENTRE A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO E DEMAIS POLÍTICAS SETORIAIS -AMBIENTAL, HABITAÇÃO E SANEAMENTO.

15. A gestão ambiental é centralizada no órgão estadual ou foi descentralizada para o município?
16. Qual a vigência do Plano Diretor de Tracuateua?
17. Existe um Plano Diretor de Recursos Hídricos do município?
18. Existe um Plano Diretor de Saneamento no município?
19. Existe um Plano Diretor de Habitação no município?
20. O lixão pode estar comprometendo a qualidade da água superficial e subsuperficial?
21. Há controle do descarte de material hospitalar?
22. Você sabe qual a quantidade de resíduos que vai para o lixão?
23. Há coleta seletiva no município?
24. Há coleta de lixo na área rural?
25. Há observações quanto aos materiais radioativos como baterias, pilhas, carregadores e outros equipamentos eletrônicos que são descartados no lixão?
26. Vocês realizam trabalhos e encontros educativos que estimulem a reflexão dos munícipes sobre a importância dos recursos hídricos e do descarte correto de resíduos?

c) *INTEGRAÇÃO ENTRE A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E O SETOR PRODUTIVO*

27. Considerando o potencial turístico de Tracuateua, vocês têm planos para incentivar essa atividade econômica? Se sim, qual a preocupação ambiental?
28. Vocês estabelecem diretrizes para o manejo e ocupação do solo, como, por exemplo, análise de aptidão agrícola nas terras rurais?
29. É observada periodicamente a expansão das áreas para a agricultura, pasto e outras atividades comerciais e de subsistência?
30. Vocês acompanham as práticas adotadas na agricultura e pecuária para que não apresentem riscos à contaminação do solo e da água, e não comprometam a disponibilidade de água?
31. Há pesca comercial e de subsistência nos rios do município? Se sim, essa produção compromete os recursos hídricos?
32. Existem leis específicas para o licenciamento de propriedades produtoras de animais e para o uso de agrotóxicos e fertilizantes?
33. Há incentivo para a produção diversificada e/ou livre de agrotóxicos?
34. Quais os critérios utilizados para a compra dos alimentos para a merenda escolar ofertados pelos produtores locais?
35. As mineradoras (pedreira e seixeiras) estão alterando os canais naturais do rio de Tracuateua?
36. As seixeiras possuem licença ambiental ou somente alvará de funcionamento?
37. Tem alguma jazida paralisada ou abandonada?
38. O governo municipal acompanha, fiscaliza as fases da mineração?
39. A Lei nº 12.305, de 2010, Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, previa que todos os rejeitos do país deveriam ter uma disposição final ambientalmente adequada, visto a necessidade de implantação de aterros sanitários no Brasil em substituição aos lixões a céu aberto como medida de proteção ao meio ambiente. Em Tracuateua, a disposição ainda é a céu aberto. Há um Plano de manejo de resíduos sólidos? Caso positivo, qual a previsão de implantação?

➤ **SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA**

RESPONSÁVEL:

FORMAÇÃO ACADÊMICA:

TEMPO DE ATUAÇÃO NA SECRETARIA:

1. Quais os problemas ambientais detectados no município?
2. Há ligações da Secretaria de Agricultura com outros órgãos estaduais, federais?
3. Qual a avaliação que a Secretaria de Agricultura faz dos recursos hídricos do município, em qualidade e quantidade?
4. Quais os maiores desafios para a gestão da agricultura no município?
5. O município faz parte de algum programa de incentivo para a melhoria da quantidade e qualidade da água?
6. Vocês estabelecem diretrizes para o manejo e ocupação do solo, como, por exemplo, análise de aptidão agrícola nas terras rurais?
7. É observado periodicamente a expansão das áreas para a agricultura, pasto e outras atividades comerciais e de subsistência?
8. Vocês acompanham as práticas adotadas na agricultura e pecuária para que não apresentem riscos à contaminação do solo e da água e não comprometam a disponibilidade de água?
9. Há pesca comercial e de subsistência nos rios do município? Se sim, essa produção compromete os recursos hídricos?
10. Existem leis específicas para o licenciamento de propriedades produtoras de animais e para o uso de agrotóxicos e fertilizantes?
11. Há incentivo para a produção diversificada e/ou livre de agrotóxicos?
12. Algum produtor recebe pagamentos por serviços ambientais?

➤ **MINERAÇÃO SANTA MÔNICA – EMPRESA RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE BRITA NO MUNICÍPIO**

NOME DA EMPRESA

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

TEMPO DE ATIVIDADE:

ATIVIDADE PRINCIPAL:

OUTRAS ATIVIDADES:

TAMANHO DA ÁREA QUE PODE SER EXPLORADA:

DURAÇÃO PREVISTA PARA EXPLORAÇÃO:

PRODUÇÃO MENSAL ou ANUAL:

QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS:

NÍVEL DE INSTRUÇÃO DO PROPRIETÁRIO OU GERENTE:

- () FUND. INCOMPLETO () FUND. COMPLETO
 () ENS. MÉDIO INCOMPLETO () ENS. MÉDIO COMPLETO
 () SUPERIOR INCOMPLETO () SUPERIOR COMPLETO
 () PÓS-GRADUAÇÃO () ANALFABETO

1. Como acontece o processo de exploração e produção do minério?
2. Como é planejado o local para a retirada de agregados?
3. Qual a profundidade máxima para exploração?
4. É levado em consideração a distância de cursos d'água?
5. Quais as exigências legais e normas de extração?
6. Possui licença ambiental? Foi emitida por qual órgão?
7. Pagam impostos? Quais?
8. A prefeitura (secretaria de meio ambiente) ou outro órgão faz acompanhamento das atividades?
9. A empresa faz parte de alguma associação?
10. Quais as preocupações ambientais que a empresa tem?
11. Os resíduos representam quantos por cento do material explorado?
12. Para onde são remanejadas as substâncias minerais ou rejeitos que não tem valor econômico?
13. Como é controlada a descarga da barragem de rejeitos?
14. Há impermeabilidade do fundo da barragem?
15. Possuem plano de controle de lançamentos de efluentes?
16. Qual a quantidade de água utilizada para a lavagem do minério?
17. De onde é retirada esta água no período chuvoso e menos chuvoso?
18. A água é reaproveitada para novas lavagens?
19. São utilizados produtos químicos durante os processos de exploração e produção?
 () não () sim. Quais?
20. Há economia de água no estabelecimento?
21. Há alagamentos em algum período do ano?
22. Há áreas que já foram utilizadas e que não pode mais serem exploradas? Caso positivo, é feita restauração desta área? Como é feita?
23. Há afloramento de aquífero subterrâneo no local da cava?
24. Vocês recebem orientação de algum órgão ou técnico especializado?
25. A mineradora pode estar comprometendo os cursos d'água das proximidades?
26. A mineradora possui o relatório de impacto ambiental e o plano de recuperação de área degradada?
27. Vocês participam de algum grupo, Projeto ou Programa relacionados à conservação do meio ambiente?

➤ **AGRICULTORES**

SEXO:

IDADE:

COMUNIDADE:

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA:

TAMANHO DA PROPRIEDADE:

TEMPO DE RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO:

ESCOLARIDADE:

FUND. INCOMPLETO

FUND. COMPLETO

ENS. MÉDIO INCOMPLETO

ENS. MÉDIO COMPLETO

SUPERIOR INCOMPLETO

SUPERIOR COMPLETO

PÓS-GRADUAÇÃO

ANALFABETO

1. Você faz parte de alguma associação?

não sim. Qual?

2. Você observa algum problema ambiental em Tracuateua?

não sim. Qual?

3. Você tem alguma preocupação ambiental, considerando a atividade que desenvolve?

não sim. Qual?

4. Você tem notado diminuição da quantidade de água em relação a 5 anos atrás?

sim não

5. Tem ou já tiveram problemas com falta de água?

não sim. Quando e qual motivo?

6. De onde você utiliza a água para beber e cozinhar?

engarrafada

poço superficial

poço perfurado

água superficial de dentro da propriedade

água superficial de outra propriedade

7. E para higiene: lavar louça, roupa, banho?

poço superficial

poço perfurado

água superficial de dentro da propriedade

água superficial de outra propriedade

8. E para desenvolver a atividade econômica?

poço superficial

poço perfurado

água superficial de dentro da propriedade

água superficial de outra propriedade

9. Qual a quantidade de água utilizada na atividade?

10. É feito algum tratamento da água para consumo?

não sim. Qual?

11. Alguém da propriedade já teve problemas de saúde devido ao uso da água?

não sim.

12. A produção agrícola tens fins:

de subsistência

familiar

empresarial

13. Quais os cultivos existentes na propriedade?

14. Tipo de cultura praticada:

temporária

perene

15. Tipo de manejo do solo:

preparo convencional

preparo mínimo

preparo tradicional

16. É feita a rotação da área manejada (pousio)?

não sim. Por quanto tempo?

17. É utilizada a técnica de rotação de culturas?

não sim

18. Vocês usam tratores e outros equipamentos mecânicos?

não sim. Para quê?

19. Como é feita a irrigação da área cultivada?

- () não precisa () por aspersão () superficial () localizada () subterrânea
20. Você faz economia no uso da água na residência?
() não () sim. Como?
21. Qual o tipo de adubação utilizado?
() não faz () orgânico () mineral () os dois
22. Vocês têm problemas com algum tipo de praga ou doença na produção agrícola?
() não () sim. Quais e como combatem?
23. Quais os insumos utilizados?
() não usa.
() fertilizantes. Quais e qual quantidade?
() agrotóxicos. Quais e qual quantidade?
24. Trabalham com agricultura consorciada?
() não () sim. Quais?
25. Trabalham com agricultura orgânica?
() sim () não
26. Vocês têm criação de aves ou de outros animais de pequeno, médio ou grande porte?
() sim () não
27. Possui algum tipo de financiamento agrícola:
() sim. Qual? () não
28. Na sua opinião quem deve zelar pelos igarapés, matas, nascentes, cursos d'água?
() administração pública
() moradores do local onde tem esses recursos naturais
() todos nós
29. Na sua opinião:
() a vegetação é importante para o solo;
() o solo é importante para a vegetação.
30. Você já precisou abandonar alguma área por ela se tornar improdutivo?
() sim () não
31. Sua participação pode ser importante para ajudar a preservar os rios do município?
() sim () não. Por quê?
32. Você participa do Programa Produtor de Água?
() sim () não
33. Você recebe o Bolsa Verde?
() não () sim. Qual critério foi utilizado para poder fazer parte do Programa?
34. Como são retirados os vegetais indesejáveis que crescem junto às culturas?
() não retira – deixa até o final do período da cultura () capina () aplica veneno
35. Onde a mandioca é colocada de molho para o amolecimento da casca?
() não planta maniva () no igarapé () no tanque () no igarapé e no tanque

➤ **USO RESIDENCIAL**

SEXO:

IDADE:

ESCOLARIDADE:

- () **FUND. INCOMPLETO** () **FUND. COMPLETO**
 () **ENS.MÉDIO INCOMPLETO** () **ENS. MÉDIO COMPLETO**
 () **SUPERIOR INCOMPLETO** () **SUPERIOR COMPLETO**
 () **PÓS-GRADUAÇÃO** () **ANALFABETO**

BAIRRO OU COMUNIDADE:

TEMPO DE RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO:

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA:

1. Você observa algum problema ambiental em Tracuateua?
 () não () sim. Qual?
2. Para você, qual o estado dos rios de Tracuateua e a que se deve essa situação?
 () não sabe
 () conservados, por causa:
 () em degradação, devido:
3. De onde é utilizada a água para beber e cozinhar?
 () da COSANPA () engarrafada () caixa d'água comunitária
 () caixa d'água da Prefeitura () poço superficial () poço perfurado
 () água superficial de dentro da propriedade () água superficial de outra propriedade
4. E para higiene:
 - a) lavar louça e tomar banho?
 () da COSANPA () caixa d'água comunitária
 () caixa d'água da Prefeitura () poço superficial () poço perfurado
 () água superficial de dentro da propriedade () água superficial de outra propriedade
 - a) lavar roupa?
 () da COSANPA () caixa d'água comunitária
 () caixa d'água da Prefeitura () poço superficial () poço perfurado
 () água superficial de dentro da propriedade () água superficial de outra propriedade
5. Qual sua opinião sobre a qualidade da água para consumo?
 () excelente () boa () regular () insatisfatória
6. Você já identificou alguma alteração na água que consome?
 () não () sim. Qual?
7. É feito algum tipo de tratamento dessa água?
 () não () sim. Qual?
8. Alguém da residência já teve algum tipo de problema devido ao uso da água?
 () não () sim. Qual?
9. Na sua opinião, quem deve zelar pelos igarapés e cursos d'água de Tracuateua?
 () administração pública
 () moradores do entorno dos rios e igarapés
 () todos nós
10. Você já passou ou passa por período de falta de água?
 () não () sim. Quando?
11. Há na residência algum tipo de controle na quantidade de uso de água para consumo e higiene?
 () não () sim. Qual?
12. Você acredita que poderemos ter falta de água daqui a alguns anos?
 () não () sim. Por quê?
13. Como você descarta o lixo?

- () queima () enterra () entrega para o caminhão de coleta
14. Você costuma separar o lixo para a reciclagem?
() sim () não
15. Como você descarta pilhas, baterias, carregadores e aparelhos eletrônicos?
() junto com o lixo comum () entrego em um posto de coleta
() outros. Qual?
16. Você acha que deveria ter um sistema de esgoto doméstico?
() sim () não. Por quê?
17. Alguém da residência participa de algum processo de gestão dos recursos hídricos de Tracuateua?
() não () sim. Qual?
18. Se fossem convidados para participarem das questões ambientais do município, propondo soluções e ajudando para a melhoria, você iria?
() sim () não. Por quê?
19. Teria sugestões?
() sim () não

➤ **CRIADORES DE ANIMAIS**

SEXO:

IDADE:

COMUNIDADE:

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA:

TAMANHO DA PROPRIEDADE:

TEMPO DE RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO:

ESCOLARIDADE:

FUND. INCOMPLETO

FUND. COMPLETO

ENS.MÉDIO INCOMPLETO

ENS. MÉDIO COMPLETO

SUPERIOR INCOMPLETO

SUPERIOR COMPLETO

PÓS-GRADUAÇÃO

ANALFABETO

1. Você faz parte de alguma associação?

não sim. Qual?

2. Você observa algum problema ambiental em Tracuateua?

não sim. Qual?

3. Você tem alguma preocupação ambiental considerando a atividade que desenvolve?

não sim. Qual?

4. Você tem notado diminuição na quantidade de água em relação a cinco anos atrás?

sim não

5. Tem ou já tiveram problemas com falta de água?

não sim. Qual?

6. De onde vocês utilizam a água para beber e cozinhar?

engarrafada caixa d'água comunitária

caixa d'água da Prefeitura poço superficial poço perfurado

água superficial de dentro da propriedade água superficial de outra propriedade

7. E para higiene?

a) Lavar louça e tomar banho:

caixa d'água comunitária caixa d'água da Prefeitura

poço superficial poço perfurado

água superficial de dentro da propriedade água superficial de outra propriedade

b) Lavar roupa:

caixa d'água comunitária caixa d'água da Prefeitura

poço superficial poço perfurado

água superficial de dentro da propriedade água superficial de outra propriedade

8. E para desenvolver a atividade econômica?

caixa d'água comunitária caixa d'água da Prefeitura

poço superficial poço perfurado

água superficial de dentro da propriedade água superficial de outra propriedade

9. Qual a quantidade de água utilizada na atividade?

10. É feito algum tratamento da água para consumo?

não sim. Qual?

11. Alguém da propriedade já teve problemas de saúde devido ao uso da água?

não sim.

12. Que outras atividades são desenvolvidas na propriedade?

13. É feita rotação da área de pastagem (pousio)?

não sim. Por quanto tempo?

14. Vocês usam tratores e outros equipamentos mecânicos?

não sim. Para quê?

15. Como é feita a irrigação do pasto?
 não precisa por aspersão superficial localizada subterrânea
16. Você faz economia no uso da água?
 não sim. Como?
17. Qual o tipo de adubação utilizado?
 não faz orgânica mineral os dois
18. Você tem problemas com algum tipo de praga ou doença na área de produção?
 não sim. Qual e como combate?
19. Quais os insumos utilizados?
20. Você recebe algum pagamento por serviços ambientais (PSA)?
 não sim. Qual critério foi utilizado para fazer parte do Programa?
21. Como são tratados os dejetos do gado?
22. Vocês utilizam sistema integrado?
 não sim. Qual?
23. É feito análise do solo?
 não sim
24. Utilizam a queima no manejo da pastagem?
 não sim. Qual a finalidade?
25. Como é feito o descarte de carcaças?
26. Como são distribuídas as fontes de água para dessedentação dos animais?
27. Qual a quantidade de cabeças de gado, incluindo bezerros?
28. Há córregos ou nascentes dentro da propriedade?
29. Tem áreas de sombreamento para o gado?
 sim não
30. Na sua opinião quem deve zelar pelas matas, nascentes, cursos d'água?
 administração pública
 moradores do local
 todos nós
31. Na sua opinião:
 a vegetação é importante para o solo; ou
 o solo é importante para a vegetação.
32. Você já precisou abandonar alguma área por ela se tornar improdutiva para a criação de gado?
 sim não
33. Sua participação pode ser importante para ajudar a preservar os rios do município?
 sim não. Por quê?
34. Se você fosse convidado para participar de um encontro sobre boas práticas agropecuárias, você iria?
 sim não. Por quê?
35. Teria sugestões?
 sim não